

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

FAKULTA METALURGIE A MATERIÁLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

KATEDRA MATERIÁLŮ A TECHNOLOGIÍ PRO AUTOMOBILY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Druhy odpadů neželezných kovů a jejich slitin z automobilového průmyslu, možnosti jejich zpracování

Types of waste non-ferrous metals and their alloys in the automotive industry, the possibilities of their processing

Student:

Jan Tyleček

Vedoucí práce:

doc. Ing. Silvie Brožová, Ph. D.

Ostrava

2018

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství
Katedra materiálů a technologií pro automobily

Zadání bakalářské práce

Student: **Jan Tyleček**
Studijní program: **B3923 Materiálové inženýrství**
Studijní obor: **3911R034 Materiály a technologie pro automobilový průmysl**
Téma: **Druhy odpadů neželezných kovů a jejich slitin z automobilového průmyslu, možnosti jejich zpracování.**
Types of waste non-ferrous metals and their alloys in the automotive industry, the possibilities of their processing .
Jazyk vypracování: **čeština**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod a cíl práce.
2. Vypracování literární rešerše z domácí a zahraniční literatury k dané problematice.
3. Popis známých postupů při zpracování odpadů neželezných kovů.
4. Posouzení technologických, ekologických a ekonomických možností zpracování odpadů v automobilovém průmyslu.
5. Závěr – celkové hodnocení, perspektivy.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] BOŽEK, F., URBAN, R., ZEMÁNEK, Z. Recyklace. Moravia Tisk Vyškov, Vyškov, 2003. 238 s. ISBN 80-238-9919-8
[2] MLEZIVA, J., ŠŇUPÁREK, J. Polymery – výroba, struktura, vlastnosti a použití. Praha, 2000. ISBN 80-85920-72-7
[3] Rewas 2008, Global Symposium on Recycling, Waste Treatment and Clean technology. ISBN 978-0-87339-726-1
[4] KURAŠ, M.: Odpady, jejich využití a zneškodňování. SNTL 1995
[5] ŠTOFKO M., ŠTOFKOVÁ M.: Neželezné kovy, Emilena Košice, Jún 2000, 304 str., ISBN 80-7099-527-0

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Silvie Brožová, Ph.D.**

Datum zadání: 30.11.2017

Datum odevzdání: 30.04.2018



doc. Ing. Petr Tomčík, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Jana Dobrovská, CSc.
děkanka fakulty

Zásady pro vypracování bakalářské práce

I.

Bakalářskou prací (dále jen BP) se ověřují vědomosti a dovednosti, které student získal během studia, a jeho schopnosti využívat je při řešení teoretických i praktických problémů.

II.

Uspořádání bakalářské práce:

- | | |
|--|------------------------------|
| 1. Titulní list | 6. Obsah BP |
| 2. Originál zadání BP | 7. Textová část BP |
| 3. Zásady pro vypracování BP | 8. Seznam použité literatury |
| 4. Prohlášení + místopřísežné prohlášení | 9. Přílohy |
| 5. Abstrakt + klíčová slova česky a anglicky | |

- ad 1) Titulní list je koncipován podle požadavků příslušné oborové katedry.
- ad 2) Originál zadání BP obdrží student na oborové katedře.
- ad 3) Tyto „Zásady pro vypracování bakalářské práce“ následují za originálem zadání BP. („Zásady pro vypracování bakalářské práce“ jsou ke stažení na webových stránkách fakulty).
- ad 4) Prohlášení + místopřísežné prohlášení napsané na zvláštním listu (ke stažení na webových stránkách fakulty) a vlastnoručně podepsané studentem s uvedením data odevzdání BP. V případě, že BP vychází ze spolupráce s jinými právníckými a fyzickými osobami a obsahuje citlivé údaje, je na zvláštním listě vloženo prohlášení spolupracující právnícké nebo fyzické osoby o souhlasu se zveřejněním BP.
- ad 5) Abstrakt a klíčová slova jsou uvedena na zvláštním listu česky a anglicky v rozsahu max. 1 strany pro obě jazykové verze.
- ad 6) Obsah BP se uvádí na zvláštním listu. Zahrnuje názvy všech číslovaných kapitol, podkapitol a statí textové části BP, odkaz na seznam příloh a seznam použité literatury s uvedením příslušné stránky. Předpokládá se desetinné číslování.
- ad 7) Textová část BP obvykle zahrnuje:
- Úvod, obsahující charakteristiku řešeného problému a cíle jeho řešení v souladu se zadáním BP;
 - Vlastní rozpracování BP (včetně obrázků, tabulek, výpočtů) s dílčími závěry vhodně členěné do kapitol a podkapitol podle povahy problému;
 - Závěr, obsahující celkové hodnocení výsledků BP z hlediska stanoveného zadání.

BP bude zpracována v rozsahu min. 25 stran (včetně obsahu a seznamu použité literatury).

Text musí být napsán vhodným textovým editorem počítače po jedné straně bílého nelesklého papíru formátu A4 při respektování následující **doporučené** úpravy - písmo Times New Roman 12b; řádkování 1,5; okraje – horní, dolní – 2,5 cm, levý – 3 cm, pravý 2 cm. Fotografie, schémata, obrázky, tabulky musí být očíslovány a musí na ně být v textu poukázáno. Budou zařazeny průběžně v textu, pouze je-li to nezbytně nutné, jako přílohy (viz ad 9).

ZASADY.DOC

Odborná terminologie práce musí odpovídat platným normám. Všechny výpočty musí být přehledně uspořádány tak, aby každý odborník byl schopen přezkoušet jejich správnost. Matematické vzorce musí být číslovány (v kulatých závorkách). U vzorců, údajů a hodnot převzatých z odborné literatury nebo z praxe musí být uveden jejich pramen - u literatury citován číselným odkazem (v hranatých závorkách) na seznam použité literatury. Nedostatky ve způsobu vyjadřování, nedostatky gramatické, neopravené chyby v textu mohou snížit klasifikaci práce.

ad 8) BP bude obsahovat alespoň 10 literárních odkazů, z toho nejméně 3 v některém ze světových jazyků.

Seznam použité literatury se píše na zvláštním listě. **Citaci literatury je nutno uvádět důsledně v souladu s ČSN ISO 690.** Na práce uvedené v seznamu použité literatury musí být uveden odkaz v textu BP.

ad 9) Přílohy budou obsahovat jen ty části (speciální výpočty, zdrojové texty programů aj.), které nelze vhodně včlenit do vlastní textové části, např. z důvodu ztráty srozumitelnosti.

III.

Bakalářskou práci student odevzdá ve dvou knihařsky svázaných vyhotoveních, pokud katedra garantující studijní obor neurčí jiný počet. Vnější desky budou označeny takto:

nahore: *Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava*
Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství
Katedra

uprostřed: *BAKALÁŘSKÁ PRÁCE*

dole: *Rok* *Jméno a příjmení*

Kromě těchto dvou knihařsky svázaných výtisků odevzdá student kompletní práci také v elektronické formě do IS EDISON. Práce vložená v elektronické formě do IS EDISON se musí zcela shodovat s prací odevzdanou v tištěné formě. Po vložení BP do IS EDISON bude provedena její kontrola na plagiátorství.

IV.

Nesplnění výše uvedených zásad pro vypracování bakalářské práce může být důvodem nepřijetí práce k obhajobě. O nepřijetí práce k obhajobě rozhoduje v tomto případě garant příslušného studijního oboru. Tyto zásady jsou závazné pro studenty všech studijních programů a forem bakalářského studia fakulty metalurgie a materiálového inženýrství Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava od akademického roku 2017/2018.

Ostrava 13. 11. 2017


Prof. Ing. Jana Dobrovská, CSc.
děkanka fakulty metalurgie a materiálového inženýrství
VŠB-TU Ostrava

ZASADY.DOC

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- jsem byl(a) seznámen(a) s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního (§60 - školní dílo);
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude archivována v elektronické formě v databázi Ústřední knihovny VŠB - TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že odevzdáním své bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (Zákon o vysokých školách) bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci vypracoval(a) samostatně.

V Ostravě

30.4.2018

JAN TYLEČEK

podpis (jméno a příjmení studenta)

Poděkování

Rád bych poděkoval paní doc. Ing. Silvii Brožové, Ph.D. za odborné vedení a také za rady při zpracování mé bakalářské práce.

Tato bakalářská práce byla řešena v rámci projektu INTERREG CZ.11.3.119/0.0/0.0/16_013/0000639 a projektu č. LO1203 "Regionální materiálově technologické výzkumné centrum – program udržitelnosti“ financovaného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

ABSTRAKT

Bakalářská práce popisuje vývoj a současné trendy používaných neželezných kovů a jejich slitin a také zpracování odpadů v automobilovém průmyslu. Mezi nejčastěji využívané slitiny neželezných kovů v automobilovém průmyslu patří slitiny hliníku. V první části práce jsou charakterizovány odpady a jejich nakládání s nimi u nás i ve světě. Dále jsou charakterizovány vybrané materiály z neželezných kovů a jejich slitiny. Následuje kapitola o možnostech dalšího využití těchto materiálů z autovraků a poté se dostáváme ke kapitole, která je věnována zákonům a legislativě v České republice. V praktické části práce se zabývám materiálovou analýzou pístu z motoru osobního automobilu pomocí optických metod.

Klíčová slova

Recyklace, slitiny, automobilový průmysl, neželezné kovy

ABSTRACT

Bachelor thesis describing development and contemporary trends used non-ferrous metals and their alloys and also processing waste in automotive. Most often used alloys non-ferrous metal in automotive belongs to alloys aluminum. The first part deal is also characteristic waste and their loading with them at us and in the world. A part of this chapter is also characteristic of chosen material from non-ferrous metals and their alloy. The next part is focuses on possibilities of another usage of these materials from end of life vehicle and then we get to the chapter, which is devoted to laws and legislation in the Czech Republic. In practice part deals material analysis piston from car engine using optical methods.

Keywords

Recycling, alloys, automotive, non-ferrous metals

Obsah

ÚVOD.....	1
1 ODPADY VZNIKLÉ Z AUTOVRAKŮ V ČESKÉ REPUBLICE A VE SVĚTĚ	2
1.1 Problematika na Území České republiky.....	2
1.2 Problematika ve světě	4
2 MATERIÁLY VYUŽÍVÁNÉ V AUTOMOBILOVÉM PRŮMYSLU	7
2.1 Hliník a jeho slitiny.....	8
2.1.1 Slitiny slévárenské	10
2.1.2 Slitiny hliníku pro tváření.....	11
2.1.3 Využití slitin hliníku v automobilovém průmyslu.....	12
2.1.4 Zpracování odpadu hliníku	14
2.2 Hořčík a jeho slitiny.....	15
2.2.1 Slitiny pro tváření	16
2.2.2 Slitiny pro odlévání	16
2.2.3 Využití slitin hořčíku v automobilovém průmyslu.....	16
2.3 Titan a jeho slitiny	17
2.3.1 Slitiny s fází α	18
2.3.2 Slitiny s fází β	18
2.3.3 Slitiny s dvoufázovou strukturou $\alpha+\beta$	19
2.3.4 Intermetalické fáze	19
2.3.5 Využití slitin titanu v automobilovém průmyslu.....	19
2.4 Ostatní využívané materiály	20
2.5 Zpracování odpadu neželezných kovů.....	22
2.5.1 Recyklační technologie.....	23
3 LEGISLATIVA	25
3.1 Nakládání s autovraky	25
3.1.1 Směrnice Evropské parlamentu a Rady 2000/53/EC	25
3.2 Povinnosti při nakládání s autovraky	26
3.2.1 Práva a povinnosti vlastníků vozidel	26
3.2.2 Práva a povinnosti výrobců a akreditovaných zástupců.....	26

3.3	Technologie zpracování autovraku	27
3.3.1	Přijmutí vozidla s ukončenou životností do zařízení.....	28
3.3.2	Skladování autovraků	28
3.3.3	Příprava autovraku a odčerpání provozních kapalin	29
3.3.4	Zbavení nebezpečných složek	29
3.3.5	Ruční demontáž / šředrování autovraků	30
3.4	Celkové zhodnocení a perspektiva	33
4	PRAKTICKÁ ČÁST.....	35
4.1	Materiálová bilance.....	35
4.2	Zobrazovací metoda.....	38
	ZÁVĚR	39

ÚVOD

V roce 2010 poprvé přesáhl počet automobilů, které jsou v provozu, hodnotu jedné miliardy kusů. S touto analýzou přišel magazín WardsAuto. Ten skrze vládní informace a historický vývoj trendů v počtu automobilů vypočítal, že v současné době jezdí po světě přes 1,015 mld. automobilů. Z toho vyplývá, že každým rokem doslouží v Evropě miliony automobilů, z této skutečnosti lze vyvodit obrovské množství vzniklého odpadu. Tento odpad se musí ekologicky zneškodnit, od roku 2015 Evropská unie požaduje po členských státech 95% návratnost materiálů do výroby z vyřazených autovraků. Toto číslo se může zdát přehnaně vysoké, ale předpokládá se jako krok správným směrem. Neboť s každým autovrakem vzniká odpad, kterým je třeba recyklovat, kdybychom takto nečinili, mohlo by také dojít k vyčerpání některých zdrojů surovin. Docházelo by také ke kumulování odpadu, což by mělo za následek poškození životního prostředí a krajiny. Proto je třeba tento odpad recyklovat. Automobilový průmysl (AP) je bezesporu výrazným odběratelem slitin neželezných kovů. Slitiny neželezných kovů jsou povětšinou recyklovatelné, odpady z autovraků slouží jako zdroj druhotné suroviny. Mezi nejrozšířeněji používané neželezné kovy v automobilovém průmyslu patří hliník, titan, hořčík a jejich slitiny. Hmotnostní zastoupení těchto prvků se v jednotlivých automobilech může značně lišit dle kategorie a třídy vozidla. Obecně lze říci, že zastoupení neželezných kovů, zejména slitin hliníku, se v automobilovém průmyslu rok od roku zvyšuje. Zásadní vliv na rostoucí spotřebu neželezných kovů v automobilech mají rostoucí požadavky na snížení spotřeby paliva a emisní limity vytvářejí soustavný tlak na snižování hmotnosti automobilu. [1,2,3]

1 ODPADY VZNIKLÉ Z AUTOVRAKŮ V ČESKÉ REPUBLICE A VE SVĚTĚ

V následující kapitole se blíže zaměřím na problematiku odpadů, které vznikají v automobilovém průmyslu u nás a ve světě.

1.1 Problematika na Území České republiky

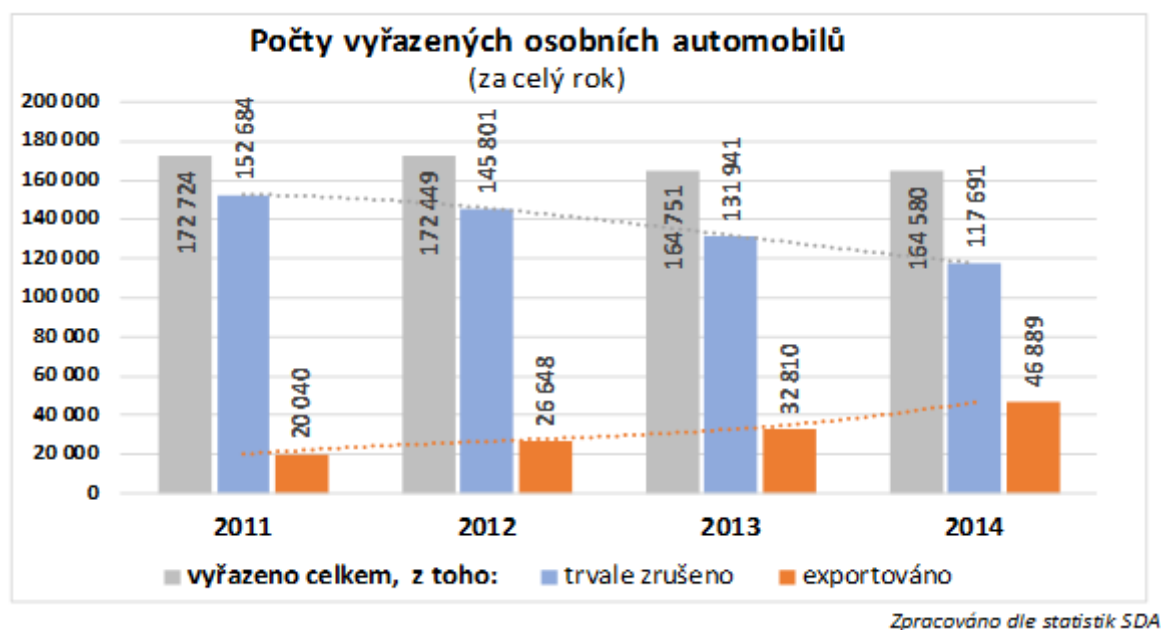
Problém se zneškodňováním autovraků neboli vozidel s ukončenou životností se začal řešit již v minulém století. V sedmdesátých a osmdesátých letech, ale tuto problematiku řešila pouhá hrstka takzvaných svazarmovských sdružení. Koncem 80. let na území ČSR vznikly šrédrovací zařízení. Zvrat nastal se změnou uspořádání politického režimu v roce 1989, otevření hranic znamenalo vysoké množství dovážených automobilů ze západních zemí. Tento fakt zapříčinil velké množství autovraků, které končili kdekoli volně odstavené. Jak nakládat s autovraky stanovilo Ministerstvo životního prostředí v roce 2002. Po rozdrčení automobilů a následném rozdělení drtě lze získat částice čistého železa velice vhodného pro vsázku do metalurgických závodů, dále hliník, měď a zbývající směsné frakce. Problém nastává při recyklaci plastových dílů starších vozidel, tato vozidla nemusí obsahovat štítky o materiálovém složení. Tyto plastové části se mohou recyklovat energeticky ve spalovnách a jsou zdrojem energie. [30]

Mezi největší firmy zabývající se ekologickou likvidací a výkupem havarovaných vozidel v České republice patří společnosti Eurovrak Holubice (největší autovrakoviště na Moravě), Autoland (jedno z největších vrakovišť v České republice, nachází se v Slušticích nedaleko Prahy, viz. **obrázek 1**). [32,33]



Obrázek 1 Autovrakoviště Autoland [33]

Počet vyřazených vozidel (na **obrázku 2**) je od roku 2011 do roku 2014 takřka totožný. Vysoký počet vyřazených vozidel je spjat s rokem 2009 v důsledku zavedení poplatků za registraci a první přeregistraci ojetých vozidel neplnících zákonem dané emisní normy (EURO 2 a nižší). Proto mezi roky 2009 a 2008 bylo na území České republiky zaznamenáno nejnižší stáří osobních automobilů (z 13,82 roku k 31. 12. 2008 na 13,65 roku k 31. 12. 2009). [34]



Obrázek 2 Počet vyřazených osobních automobilů [34]

1.2 Problematika ve světě

Problematika autovraků ve světě se začala řešit dříve než u nás. V západní Evropě se začátkem sedmdesátých let vybudovávala velká vrakoviště, kde docházelo k likvidaci autovraků. Problematika v zemích Evropské Unie také podléhá směrnici Evropské parlamentu a Rady, této směrnici odpovídají i naše zákonné ustanovení pro zpracování autovraků. [30]

Ve Švédsku v roce 1975 zavedli neúrokový fond, který stanovil že, poplatky za nová vozidla vstupující na Švédský trh putují do tohoto fondu, který zpravuje stát. Fond byl pak použit na zaplacená takzvaných šrotovacích premií v souvislosti s koncem životnosti automobilu a předáním do zpracovatelského zařízení. Šrotovací premie postupně rostla a koncem roku 2001 činila ku příkladu 174 €. V roce 2007 a s transpozicí směrnice o vozidlech s ukončenou životností se ve Švédsku vytvořila sběrná síť Refero (spadající pod společnost Stena AB), která je odpovědná za správné postupy a nakládání s autovraky. Mezi další firmy zpracovávající odpad z vozidel s ukončenou životností patří společnosti Skrotfrag AB a

Kuusakoski AB. V současnosti funguje ve Švédsku 8 šrotovacích zařízení z toho 4 patří Stena AB, která na trhu dominuje a asi 400 společností které se zabývají demontáží vozidel s ukončenou životností. [37]

Německo s největším vozovým parkem v Evropě podléhá ministerstvu životního prostředí v Německu známé pod jménem Bundesumweltministerium. V současnosti existuje v Německu asi 48 šrotovacích zařízení. V Německu se také nachází sběrná síť EU CAR Recycling GmbH, která se zabývá demontáží, ale i prodej náhradních dílů z vozidel s ukončenou životností. [37]

V Belgii a Francii se v současné době o likvidaci vozidel s ukončenou životností stará například firma Gallo. Tato firma se zabývá obecně výrobky, které mají ukončenou životnost, tudíž do této kategorie patří i vozidla s ukončenou životností. [30]

V Nizozemí byla založena společnost Auto Recycling Nederland (ARN) jejím hlavním úkolem je dohlížet nad správným nakládáním s vozidly s ukončenou životností. V Nizozemí funguje podobný model jako ve Švédsku, kdy při koupi automobilu zaplatíme poplatek. Tento poplatek (45€) poté slouží k bezplatnému vyřazení autovraku společností Auto Recycling Nederland (ARN). Tato společnost má smluvní síť s dvěma sty šedesáti čtyřmi firmami po celém Nizozemí. [30]

V **tabulkách 1 a 2** jsou uvedeny informace o počtu vyřazených vozidel a kvótách EU.

Tabulka 1 Počet vyřazených vozidel v Evropě. [36]

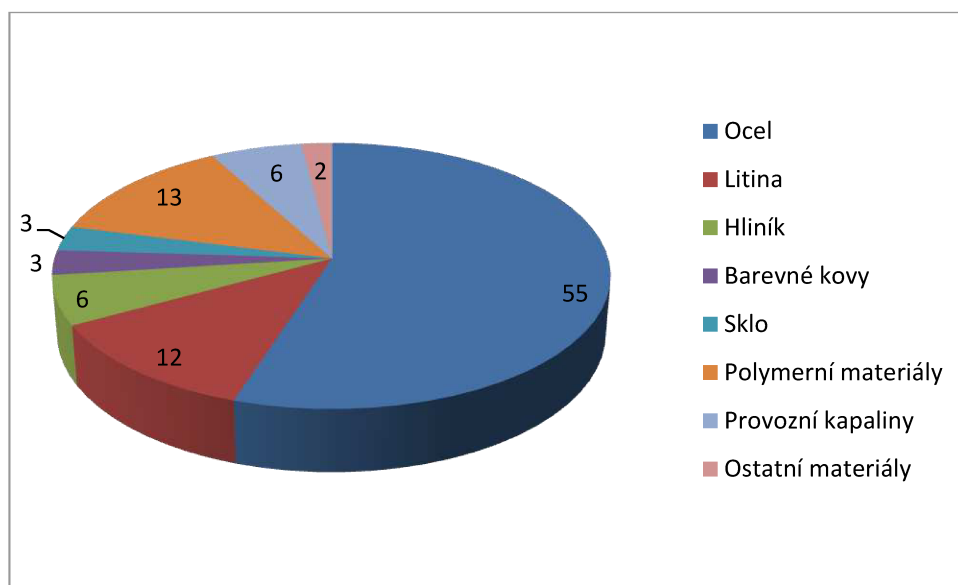
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
EU-28						6 290 000	6 250 000	6 160 000
EU-27	6 500 000	6 270 000	9 000 000	7 350 000	6 750 000	6 290 000	6 250 000	6 160 000
Belgie	127 949	141 521	140 993	170 562	165 016	160 615	134 506	126 835
Bulharsko	23 433	38 600	55 330	69 287	62 937	57 532	61 673	80 862
ČR	72 941	147 259	155 425	145 447	132 452	125 587	121 838	131 987
Dánsko	99 391	101 042	96 830	100 480	93 487	106 504	125 650	104 413
Německo	456 436	417 534	1 778 593	500 193	466 160	476 601	500 322	512 163
Estonsko	12 664	13 843	7 528	7 268	11 413	12 835	14 712	14 720
Irsko	112 243	127 612	152 455	158 237	134 960	102 073	92 467	
Řecko	47 414	55 201	115 670	95 162	112 454	84 456	86 205	
Španělsko	881 164	748 071	952 367	839 637	671 927	687 824	734 776	724 820
Francie	946 497	1 109 876	1 570 593	1 583 283	1 515 432	1 209 477	1 115 280	1 084 766
Chorvatsko	-	-	-	-	-	35 213	32 135	19 388
Itálie	1 692 136	1 203 184	1 610 137	1 246 546	952 461	902 611	876 052	853 584
Kypr	2 136	14 273	17 303	13 219	17 145	17 547	13 212	11 160
Lotyšsko	11 882	10 968	10 590	10 640	9 387	10 228	9 003	9 268
Litva	15 906	19 534	19 656	23 351	26 619	22 885	26 482	29 982
Lucembursko	3 536	2 865	6 980	6 303	2 341	2 834	2 290	2 225
Maďarsko	43 433	37 196	26 020	15 907	13 043	15 357	14 897	15 283
Malta	-	-	-	330	2 526	2 530	1 198	2 646
Nizozemsko	166 004	152 175	191 980	232 448	195 052	187 143	183 451	188 487
Rakousko	62 042	63 975	87 364	82 144	80 004	64 809	73 993	59 904
Polsko	171 258	189 871	210 218	259 576	295 152	344 809	402 416	454 737
Portugalsko	90 509	107 746	107 946	107 419	77 929	92 008	92 112	86 713
Rumunsko	36 363	51 577	55 875	190 790	128 839	57 950	37 989	42 138
Slovinsko	8 409	6 780	7 043	6 807	6 598	5 447		
Slovensko	28 487	39 769	67 795	35 174	39 717	33 469	36 858	29 175
Finsko	15 792	103 000	96 270	119 000	136 000	119 000	99 300	94 540
Švédsko	228 646	150 197	133 589	170 658	184 105	185 616	189 748	186 967
Spojené království	1 138 496	1 210 294	1 327 517	1 157 438	1 220 873	1 163 123	1 149 459	1 106 846

Tabulka 2 Plnění recyklačních kvót požadující Evropská Unie. [36]

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
EU-28						84,5	85,2	83,2
EU-27	82,1	82,7	82,1	83,3	84,2	84,4	85,1	82,3
Belgie	87,9	88,0	88,4	89	88,2	88,7	88,2	89,2
Bulharsko	89,5	81,0	82,7	88,9	90	89,5	93,2	94,1
ČR	79,0	80,0	80,3	80,3	80,3	80,3	80,3	80,3
Dánsko	81,0	82,7	82,0	90,5	92,8	92,4	86,6	86
Německo	88,1	89,2	82,9	95,5	93,4	92,3	89,8	89,5
Estonsko	82,2	92,4	82,3	77,3	76,1	80,9	77,7	87
Irsko	81,3	75,9	78,9	77,0	80,5	81,8	80,4	
Řecko	84,1	85,7	86,5	84,5	85,2	82,8	88,8	
Španělsko	81,9	82,5	82,0	82,8	82,9	83	83,6	84,3
Francie	79,8	79,7	78,6	79,0	80,8	82,4	85,3	85,9
Chorvatsko						97,2	100	89,5
Itálie	82,3	84,3	81,8	83,2	84,8	80,8	82,2	83,4
Kypr	83,7	78,3	87,1	81,1	84	84,7	84,3	87,7
Lotyšsko	88,0	87,0	85,0	85,7	85,4	97,6	92,4	92,2
Litva	86,4	85,0	86,0	88,1	87,2	89,2	92,1	93,5
Lucembursko	83,0	84,0	81,0	85,0	82,9	85	84	87
Maďarsko	81,6	83,0	84,4	82,1	84,4	84,4	90,7	90,3
Malta				64,2	87	95,8	91,9	45
Nizozemsko	83,1	84,4	84,1	83,3	83,1	83,7	86	86,1
Rakousko	80,0	83,7	82,9	84,2	82,8	83,4	85	85,8
Polsko	72,8	79,5	87,3	88,8	89,5	90,4	88,6	85,5
Portugalsko	81,7	80,8	84,3	82,8	82,9	82,7	82,9	83,8
Rumunsko	83,7	83,7	80,1	80,9	82,9	84	83,8	84,1
Slovinsko	87,2	87,6	84,1	88,6	86,1	100		
Slovensko	88,0	88,4	88,8	88,4	93,1	89,9	92,5	94,8
Finsko	81,00	81,0	81,0	82,5	82,5	82,5	82,5	82,8
Švédsko	83,0	83,0	86,0	84,4	84,4	85	84,6	84,4
Spojené království	81,8	82,5	82,1	83,0	83,4	84,1	85,5	86,9

2 MATERIÁLY VYUŽÍVÁNÉ V AUTOMOBILOVÉM PRŮMYSLU

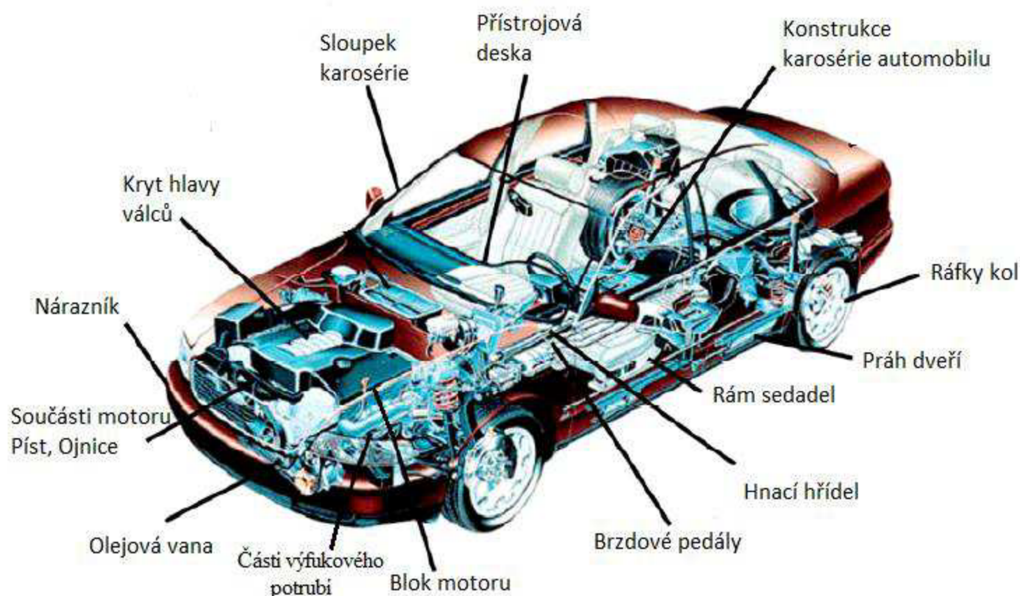
Automobil se skládá ze zhruba desetitisíce součástek, z tohoto vyplývá, že materiálová skladba automobilu je velice různorodá. Na **obrázku 3** je graficky znázorněno materiálové složení osobního automobilu.



Obrázek 3 Materiálové složení osobního automobilu [24]

Z grafu jasně vyplývá, že stále největší význam pro automobilový průmysl má ocel popřípadě litina. Mezi nejvyužívanější neželezné kovy v automobilovém průmyslu lze zmínit hliník, hořčík, titan, měď, olovo. Nelze opomenout na materiály, které nejsou ani železné či neželezné, do této skupiny zahrňme polymerní materiály, sklo a ostatní materiály (například textilní materiály a keramické materiály). Do celkové hmotnosti vozu se také značně promítají provozní kapaliny (brzdová kapalina, mazací oleje, chladí nemrznoucí kapalina, palivo). Konkrétní využití zmíněných materiálů v automobilech bude podrobně rozebráno v další kapitole.

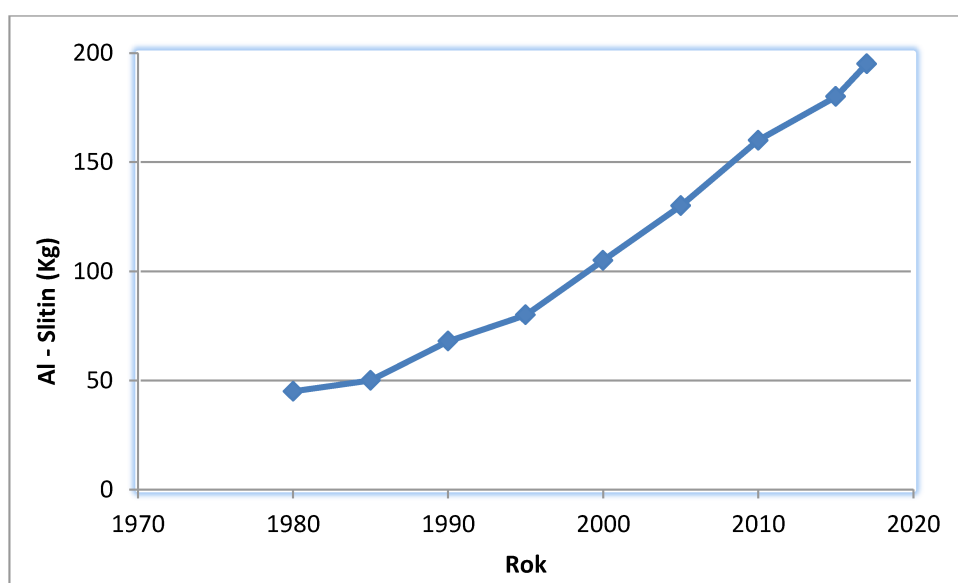
Vybrané příklady použitých součástí slitin neželezných kovů v automobilu můžeme vidět na **obrázku 4** (slitiny na bázi Al, Ti, Mg).



Obrázek 4 Popis automobilu [6]

2.1 Hliník a jeho slitiny

Nejpoužívanějším neželezným kovem v automobilovém průmyslu je bezesporu hliník (obrázek 5). Při pohledu na graf si můžeme povšimnout, že v roce 1990 byla průměrná hmotnost v automobilu 68 kg slitin hliníku. V roce 2000 se hmotnost pohybovala okolo 105 kg. V dnešní době se v průměru hmotnost hliníkových slitiny na automobil blíží hranici 200kg.



Obrázek 5 Graf nárůstu hliníkových slitin v automobilech [6]

Je jedním z nejrozšířenějších kovů v zemské kůře. Je to výborný elektrický a tepelný vodič. Vlastnosti technicky čistého hliníku (99,5%) zahrnuje **tabulka 3**.

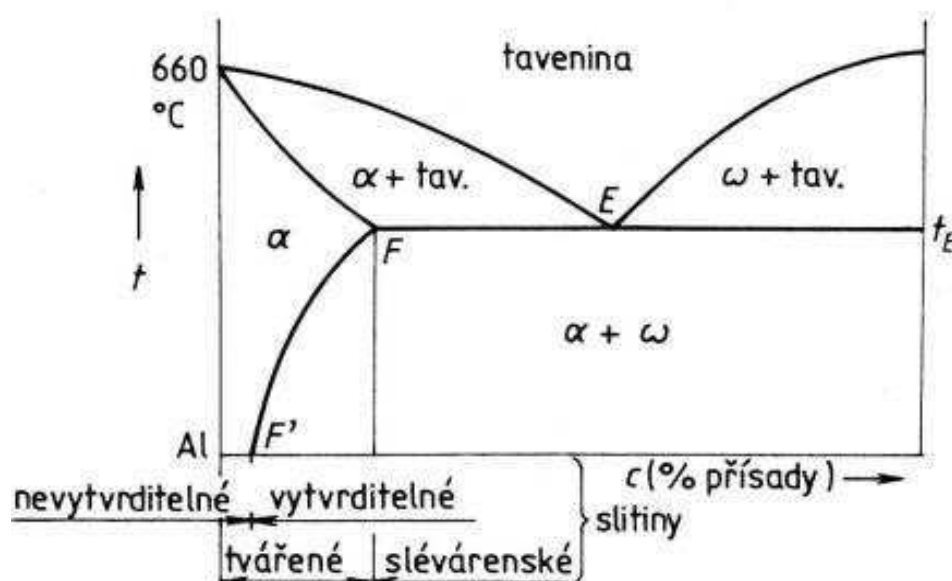
Tabulka 3 Vlastnosti hliníku [31]

Teplota tání	660 °C
Hustota	2,69 g/cm ³
Modul pružnosti v tahu	71GPa
Mez pevnosti v tahu	70 MPa (vyžíhaný stav)
Mez kluzu	20 MPa (vyžíhaný stav)
Tažnost	20-30% (vyžíhaný stav)
Tvrlost	20HB (vyžíhaný stav)

Hliník je tedy o třetinu lehčí než ocel, ale má nižší pevnost. Pro dodržení požadovaných vlastností součástí musíme zvětšit tloušťku. Například pokud nahradíme dílec z oceli s tloušťkou 0,8 mm, musíme ho nahradit dílcem ze slitin hliníku o tloušťce 1,2 mm. Tedy při aplikaci hliníku a jeho slitin na součástky automobilu dostáváme poloviční úsporu hmotnosti. Dle provedených studií při optimálním využitím hliníkových slitin se dá dosáhnout teoretické hmotnosti 785 kg. Oproti původní hmotnost 1229 kg automobilu. Studie byla provedena pro běžný rodinný automobil. [31,4]

Hliník se vyrábí průmyslovou elektrolýzou z taveniny bauxitové rud při teplotě 950 °C. Tepelné zpracování hliníku můžeme rozdělit na žihání a precipitační vytvrzování (**obrázek 6**). [4]

Čistý hliník nemá požadované vlastnosti na pevnost a odolnost. Dosažení požadovaných vlastností dosáhneme legováním. Mezi nejpoužívanější legující prvky patří: Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Li. Hliník s těmito prvky tvoří slitiny, které můžeme rozdělit podle technologie pracování do dvou základních skupin, slitiny slévárenské a slitiny určené ke tváření. [31]



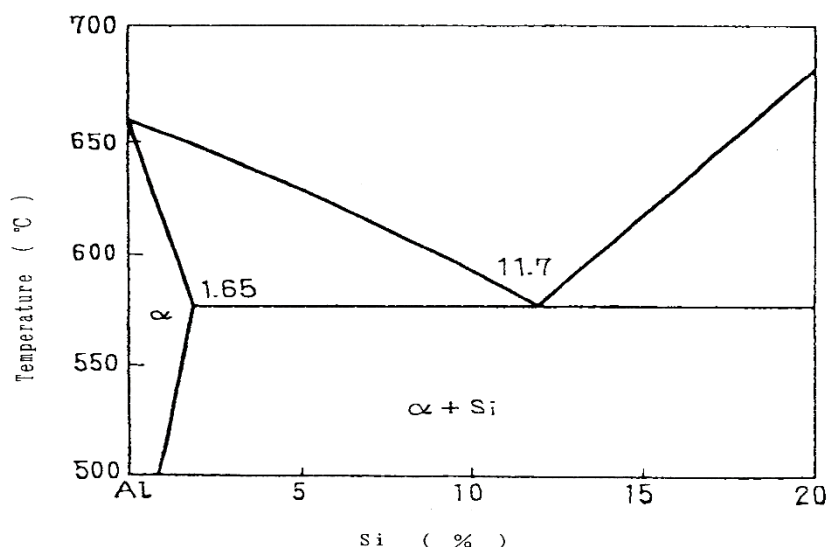
Obrázek 6 Diagram rozdělení slitin hliníku [41]

2.1.1 Slitiny slévárenské

Slévárenské slitiny hliníku musí mít především dobrou slévatelnost. Základní báze těchto slitin je tvořena prvky Al-Si a mají také velké množství podslitin. Výsledný produkt je tenkostěnný odlitek složitějších tvarů. Slitiny jsou hůře obrobitelné oproti tvářeným slitinám hliníku, ale odolnější vůči korozi. [7]

Slitiny Al-Si

Známé pod obchodním názvem Siluminy 4,5-22 hm% Si. Tyto slitiny patří mezi nejlepší slévárenské slitiny. Vyznačují se výbornou zabíhavostí (schopnost tekutého kovu dokonale vyplnit formu) především v oblasti kde Si leží u eutektického bodu (**obrázek 7**). Velmi nízká náchylnost k tvoření trhlin během chladnutí a tuhnutí je zapříčiněna úzkým krystalizačním intervalem (rozdíl teplot solidu a likvidu.) Slitiny Al-Si s vyšším obsah Si nad 13 hm% (nadeutektické) jsou v automobilovém průmyslu využívány zejména pro součásti namáhané na otěr (písty bloky motorů.) [31]



Obrázek 7 Binární diagram slitin Al-Si [42]

Slitiny Al-Si-Cu

Tato slitina se vyznačuje vyšší pevností a tvrdostí při zvýšených teplotách. Využívají se na namáhané tenkostěnné odlitky. Oproti Siluminům mají sníženou odolnost proti korozi, náchylnost ke vzniku. Slitiny na této bázi jsou dobře vytvrditelné. V automobilu můžeme tyto slitiny najít jako bloky motoru, klikové hřídele, písty a v neposlední řadě se tyto slitiny používají k výrobě litých kol. [7]

Slitiny Al-Cu-Ni

Použití naleznou u součástí, které jsou namáhané za tepla do 300 °C. Při vyšších teplotách se vyznačuje rozměrovou stálostí. Nejtypičtější příklad použití je píst spalovacího motoru. [7]

2.1.2 Slitiny hliníku pro tváření

Slitiny (Al-Cu, Al-Cu-Mg)

Vytvrditelné slitiny hliníku s obchodním názvem dural, popřípadě superdural, který se vyznačují horním obsahem Mg, tudíž jsou pevnější. Po vytvrzení dosahují vysoké meze pevnosti až $R_m = 500 \text{ MPa}$, duraly dosahují meze pevnosti $R_m = 400 \text{ GPa}$. Duraly se vyznačují oproti čistému hliníku špatnou korozní odolností, proto se duraly takzvaně plátují potáhnutí tenkou vrstvičkou hliníku). [7]

V automobilovém průmyslu je můžeme nalézt v konstrukci automobilu, kola nákladních aut a letadel, pláště křidel a trupy letadel. [6]

Slitiny Al-Cu-Mg-Ni

Vytvrditelná slitina s vysokou pevností až 400 MPa. Tváří se za tepla a mechanické vlastnosti jsou dobré i za zvýšených teplot. Používají se na součásti jako ojnice či písty spalovacích motorů. [7]

Al-Zn6-Mg-Cu

Tuto slitinu nalezneme u součástí, které jsou vysoce namáhané, proto je tato slitina vysoce pevná, po vytvrzení až 500 MPa. Korozní odolnost se zvyšuje přidavky Cr a Mn. [7]

Al-Mg-Si

Slitina s obchodním názvem pantal, zpevnění se neděje přes vytvrzování, ale substitučním zpevněním základního tuhého roztoku. Tudíž pantal je nevytvrditelná slitina hliníku. Pevnost těchto slitin se zvyšuje tvářením za studena až na 420 MPa. Korozní odolnost je vyšší než u duralů. Použití žebrované hlavy válců, součásti karoserií. [7,4]

2.1.3 Využití slitin hliníku v automobilovém průmyslu

Použití hliníku v automobilu je značně rozmanité. Hliníkové prvky můžeme najít jak exteriéru, tak interiéru vozidla.

Exteriér automobilu: Součástí motoru: turbodmychadlo, držáky příslušenství motoru, písty, blok motoru, hlava válců, sací potrubí, olejová vana, skříň startéru a alternátoru, vodní pumpa. Karoserie a její součásti, střešní panely. Ráfky kol, součásti chladiče, skříň převodovky, rozdělovač, držáky příslušenství pohonu, elektrické vodiče. [5]

Interiér automobilu: součásti sedadel, palubní deska, lomené podpěrky, součásti sloupku řízení, volant, ramena pedálů, schránky pro air bag, rámeček pro odvod tepla z rádia, kryty rádia, součásti posuvné střechy, ramena zrcátek, schránky pro dálková světla, vnitřní rámy dveří, vyztužené sloupky, odlitky pro systém ovládání oken a pro navíječe pasů, atd. [5]

Vybrané součásti slitin hliníku používané v AP

Píst je neodmyslitelnou součástí moderního spalovacího motoru. Úkolem motorového pístu je stlačit směs paliva a vzduchu, tato směs je po kompresi zapálená zapalovací svíčkou (u benzínových motorů) anebo samovznícením při dosažení určitého stupně komprese

(u dieselových motorů). Na **obrázku 8** můžeme vidět výše zmiňovaný píst, který je vyráběn ze slitin hliníku (Siluminů). [11]



Obrázek 8 Píst [11]

Karosérie

Karosérie představuje u většiny současných automobilů jeho nosnou část (**obrázek 9**). Umožňuje montáž všech ostatních částí vozidla. Současným trendem při vývoji karosérií je snížit hmotnost a zachovat mechanické vlastností. To lze docílit výše zmíněnými neželeznými kovy a jejich slitinami. Průkopníkem těchto karosérií se stala společnost Audi, která v roce 1994 představila koncept Audi Space Frame (předobraz modelu A8) s prostorovým hliníkovým rámem. [12,7]



Obrázek 9 Rám automobilu Audi A8 z hliníkové slitiny [12]

2.1.4 Zpracování odpadu hliníku

Technologie zpracování odpadu hliníku se skládá z různých technologicky na sebe navazujících kroků. V prvním kroku je potřeba zajistit úpravu hliníkového odpadu známými postupy, jako jsou drcení, třídění, rozdružování, nejčastěji magnetické a paktování.

V dalších krocích následuje tavení v peci. Mezi používané pece pro tavení hliníku lze zmínit pece nístějové, šachtové, bubnové, rotační. Hliník se vyznačuje velkou reaktivností a vysokou afinitou k plynům jako H_2 , N_2 , O_2 . Po roztavení hliníku reaguje tavenina s kyslíkem (O_2), uvnitř taveniny se vytváří nerozpustné oxidické vměstky (Al_2O_3), které vyplouvají na povrch. Vměstky vytváří souvislou vrstvu, která zabraňuje další oxidaci.

Zdrojem vodíku je vlhkost odpadů. Rozpouštění vodíku probíhá při reakci hliníku s vodní parou. Koncentrace vodíku je vysoká, proto se při tavení hliníku používají ochranná tavidla. Jako ochranné tavidlo se využívají krycí soli, ty kromě ochrany hliníku před oxidací taky rozpouštějí vznikající oxidy a umožňují jejich rafinaci. Jako krycí sůl se využívá směs NaCl a KCl v poměru 1:1, s přídavkem kryolitu Na_3AlF_6 .

Od krycích solí požadujeme následující:

- a) Teplota hliníkové taveniny musí být vyšší než teplota tavení krycí soli
- b) Hliníková tavenina musí mít vyšší měrnou hmotnost než je měrná hmotnost krycí soli.
- c) Krycí sůl musí reagovat s žáruvzdornou vyzdívkou pece, taveninou a spaliny.

V dalších krocích se oddělují tuhé vměstky Al_2O_3 , jedná se v podstatě o rafinaci hliníkové taveniny. Vměstky se buďto oddělují pouze mechanickým zachycováním vměstkům, anebo aktivním filtrem. Posléze se tavenina nechá probublávat neutrálními plyny pro zbavení rozpuštěného vodíku, nejčastěji se pro tyto účely využívají argon nebo dusík, který se do taveniny vhání při teplotě 700 – 800 °C. Rozpuštěný vodík difunduje do bublin neutrálního plynu, difuze probíhá do ustálení tlaků mezi tlakem plynů v tavenině k tlaku v bublinách neutrálních plynů. Po vyrovnání tlaků bubliny neutrálního plynu vynášejí vodík ven z lázně. Bubliny neutrálního plynu také na sebe váží nekovové vměstky, která vynášejí na povrch lázně. Mezi další možnosti patří využití aktivních plynů, rafinačních solí, rafinace vakuováním.

Firma Remet Brno a.s. zpracovává druhotné odpady hliníku, mimo jiné i bloky motorů, které jsou vyrobeny ze siluminů. Blok jsou zpracovávány odtavováním hliníkové

slitiny, kde je tento hliník většinou pevně spojen s železem. Hliníková slitina se taví a stéká po nakloněné pevné nístěji do komory, z této komory je odčerpávána do ustalovací vany. V těchto vanách probíhá následné do legování na požadovanou slitinu. Slitiny se následně využívají k výrobě tlakově odlévaných odlitků. [20]

2.2 Hořčík a jeho slitiny

Hořčík je neželezný kov s velmi nízkou hustotou, takto nízkou hustotu nemá žádný z běžně používaných kovů. Teplota tání je srovnatelná s hliníkem, ale pevnost hořčíku je takřka dvojnásobná k pevnosti hliníku (**tabulka 4**). Za pokojových teplot je hořčík omezeně tvářitelný. Omezená tvářitelnost je dána hexagonální mřížkou. Při ohřevu na teplotu 220 °C se hořčík a jeho slitiny stávají dobře tvářitelnými za tepla. Mezi nevýhody hořčíku můžeme zařadit nižší korozivzdornost, při tepelném zpracování vznikají ve struktuře četná dvojčata. [7,31]

Tabulka 4 Vlastnosti čistého hořčíku [39]

Teplota tání	650 °C
Hustota	1,74 g/cm ³
Modul pružnosti v tahu	16,3 GPa
Mez pevnosti v tahu	165-205 MPa
Mez kluzu	69-105 MPa
Tažnost	5-8 %
Tvrдость	40 HB

První použití hořčíku a jeho slitin v automobilovém průmyslu sahá až do roku 1920. Našli bychom ho v konstrukci sportovních automobilů. V sériové výrobě se hořčíkové slitiny začali objevovat o několik desetiletí později, příkladem může být Volkswagen Beetle. Hmotnost hořčíkových slitin u tohoto vozu činila bezmála 20 kg. [9]

V dnešní době se hořčíkové slitiny derou do popředí, zásadní vliv na to má legislativa a s ní spojené emisní normy. Hořčíkové slitiny jsou o 35 % lehčí než obdobné díly z hliníku tudíž snižují spotřebu a emise. Pevnost hořčíkových slitin nabývá po vytvrzení maximálně 400 Mpa. Hořčík nemá jen zásadní vliv na hmotnost, ale i na ovladatelnost vozidla. Použitím hořčíkových slitin posouvám těžiště vozidla směrem dozadu.

Tento fakt zlepšuje ovladatelnost vozidla. Tyto slitiny, snižují vibrace i celkový hluk vytvářený vozidlem. [9]

Slitiny hořčíku obdobně jako hliníkové slitiny jsou zpracovávány tvářením a odléváním. Tepelné zpracování je taktéž obdobné jako u slitin hliníku to znamená žíhání a vytvrzování. Nejvyšší podíl vyrobených hořčíkových slitin se zpracovává technologií tlakového lití. [31]

2.2.1 Slitiny pro tváření

Slitiny Mg-Li

Tato slitina patří do skupiny novějších materiálů. Charakteristická je velmi nízká hustota této slitiny. Použitím 11 % Li ve slitině dochází ke změně ve struktuře, ta je nyní tvořena fází β s kubickou prostorově centrovanou mřížkou. Tímto způsobem jsem vylepšil tvárnost slitiny. Vlastnosti této slitiny se zdají být zajímavé pro konstrukční účely. [31]

2.2.2 Slitiny pro odlévání

Slitiny Mg-Al-Zn

Tuto slitinu známe pod obchodním názvem **elektron**, její využití je zejména na výrobu lehkých automobilových kol. Obsah přísadových prvků se u hliníku pohybuje 2 - 9 % a zinku 0,5 až 3 %. Nejznámější slitiny na této bázi nesou označení AZ91, AZ81. Vyrábí se technologie tlakového lití. Hliník v těchto slitinách výrazně zvyšuje korozní odolnost, slévateľnost a v kombinaci s těmito prvky i pevnost. Zinek v této slitině působí obdobně, ovšem jeho obsah nemůže být vyšší než obsah hliníku neboť vyšší podíl zinku snižuje houževnatost této slitiny. Tyto slitiny jsou vytvrditelné a po vytvrzení mohou dosahovat pevnosti až 300 MPa. Nevýhoda těchto slitin je teplota použití do 150 °C. [31]

2.2.3 Využití slitin hořčíku v automobilovém průmyslu

Největší odbyt hořčíkových slitin v automobilovém průmyslu připadá na kola z lehkých slitin. Další využití těchto slitin je pro jádra volantů, sací potrubí, skříň převodovky, olejovou vanu, vačkový kryt (ventilové víko), rám sedadel, části karosérie, nosník přístrojové desky atd. [5]

Vybrané součásti slitin hořčíku používané v AP

Litá kola

Kola (**obrázek 10**) jsou vyráběna práškovou metalurgií ze slitin hliníku a hořčíku. Nesporné výhody takto vyráběných litých kol netkví jen v atraktivním designu, ale především se sníží hmotnost, tento fakt nám nahrává zvětšit šířku kol. Využitím větší šířky kol se zlepšuje stabilita vozidla v zatáčkách i jízdní komfort. Mezi nejzásadnější výhody litých kol patří zvýšená korozní odolnost oproti ocelovým diskům. Při poškození povrchu litého kola dochází k pasivaci povrchu (vrstvičkou Al_2O_3). [5]



Obrázek 10 Lité kolo [39]

2.3 Titan a jeho slitiny

Titan můžeme zařadit do skupiny relativně mladých kovů. Praktické využití titanu datujeme k roku 1948. Čistý titan je stříbrobílé barvy. Porovnáme-li mechanické vlastnosti titanu s mechanickými vlastnostmi ocelí, zjistíme, že dosahují takřka totožných výsledků (**tabulka 5**). Tudiž nejzásadnější výhoda titanu nad ocelí tkví v jeho nižší hustotě (60 %). Mezi zásadní vlastnosti titanu lze vyzdvihnout jeho vysokou korozní odolnost (vyšší než korozivzdorné oceli), zejména v kyselém prostředí. Mezi nevýhody titanu patří nákladnější výroba a složitější zpracování, které je spojeno s jeho vysokou reaktivitou při teplotách nad 600 °C. V praxi to znamená, že titan při těchto teplotách intenzivně reaguje s plyny jako (kyslík, dusík). Tyto plyny se intersticky usazují v titanové krystalové struktuře. Vysoký obsah těchto plynů vede až k jeho znehodnocení. [7,31]

Tabulka 5 Vlastností titanu (závisí na čistotě Ti) [6,40]

Teplota tání	1668 °C
Hustota	4,5 g/cm ³
Modul pružnosti v tahu	110 GPa
Mez pevnosti v tahu	240-550 MPa
Mez kluzu	170-480 MPa
Tažnost	20 %
Tvrдость	120 HB

Slitiny titanu lze rozdělit podle struktury na tři typy:

- a) Slitiny s fází α
- b) Slitiny s fází β
- c) Slitiny s dvoufázovou strukturou $\alpha+\beta$
- d) Intermetalické fáze

Zásadní vliv na přechod mezi fází α a β má teplota 882 °C při této teplotě se nízkoteplotní fáze α mění na vysokoteplotní fází β . Teplota přechodu je také závislá na použitých legovacích prvcích. Al, B, N, O a C teplotu přechodu zvyšují. Naopak Nb, Ta, Mo, Fe, Cr, Mn, tuto teplotu snižují. [7]

Aplikace titanových slitin není vhodná tam, kde dochází ke tření s jinou součástí. Naopak je vhodná pro součásti, které jsou vysoce namáhané, pro součásti které pracují za zvýšených teplot a v neposlední řadě součásti u kterých hrozí koroze pod napětím. [7]

2.3.1 Slitiny s fází α

Slitiny titanu legované převážně hliníkem (do 8 %). Hliník nám v této slitině stabilizuje fází α (Ti). Slitina titanu s hliníkem nemají praktické využití, a proto se legují dalším prvky jako Sn, Zr, Mo, Si. [7]

2.3.2 Slitiny s fází β

Tyto slitiny se vyznačují vysokým obsahem legujících prvků, tyto prvky stabilizují fází β (Ti), ve struktuře se nachází často malý podíl fáze α . Legují se obvykle Fe, Cr, Mo, V anebo kombinacemi těchto prvků. Mezi výhody této jednofázové slitiny β patří vysoká pevnost (pevnost v tahu až 1400 MPa), dobrá tvářitelnost za studena. Nevýhodou těchto slitin

je vyšší hustota v porovnání s ostatními slitinami Ti a vyšší cena. Z těchto slitin se vyrábí ventilové pružiny. [7,13]

2.3.3 Slitiny s dvoufázovou strukturou $\alpha+\beta$

Největší význam pro automobilový průmysl mají titanové slitiny s dvoufázovou strukturou $\alpha+\beta$, konkrétně slitina TiAl6V4. Vlastnosti těchto slitin lze do jisté míry upravovat druhem použitého tepelného zpracování. Mezi výhody těchto slitin lze zmínit vysokou pevnost, ta ovšem s rostoucí teplotou klesá, dále dobrou obrobitelnost a svařitelnost. Slitiny s touto strukturou jsou legovány prvky Al, Mn, Cr, Mo, V, Sb, Nb. Nejpoužívanější slitinou pro automobilový průmysl je bezesporu slitina TiAl6V4 tuto slitinu lze tepelně zpracovávat. Tepelným zpracováním lze zvýšit mechanické vlastnosti. Takto zpracovaná slitina TiAl6V4 dosahuje pevnosti až 1100 Mpa. Z této slitiny se vyrábí ojnice, rotory turbodmychadel, ventily. [7,31,13]

2.3.4 Intermetalické fáze

Slitiny titanu s vysokým obsahem legujících prvků. Obsah legujících prvků je tak vysoký, že struktura těchto slitin je tvořena pouze intermetalickými fázemi. Tyto intermetalické fáze mají obvykle výrazně odlišné vlastnosti a strukturu než kovy, které tuto intermetalickou fázi tvoří. Nejvyužívanější slitiny na této bázi jsou Ti-Al a Ni-Ti. [7]

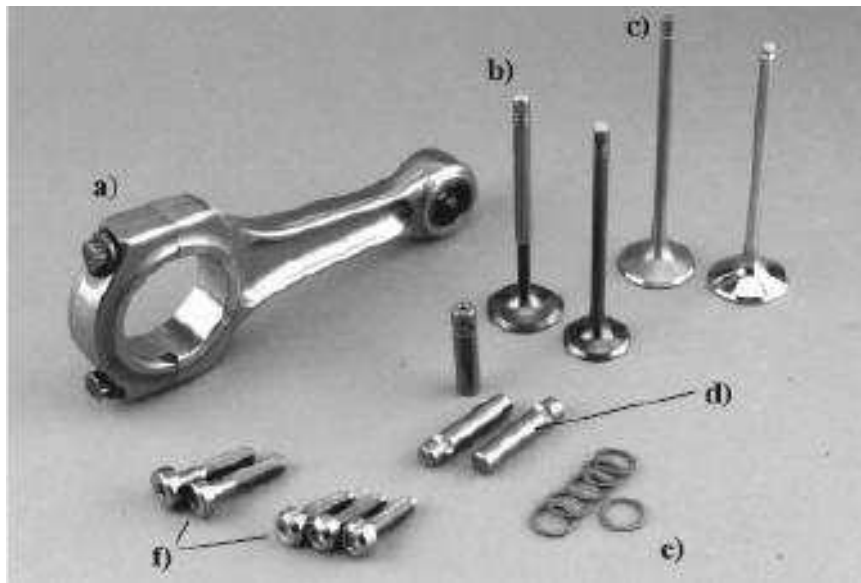
Slitiny **Ti-Al**, známe pod názvy Aluminidy a nebo intermetalika $\gamma(\text{TiAl})$, s obsahem hliníku 30-35 % a dalšími legujícími kovy (Nb, Cr,V,Ta). Využívají se v aplikacích, kde je vyžadována odolnost proti vysokým teplotám při mechanickém zatížení. Z těchto slitin se vyrábí turbínové kolo turbodmychadla. [7,13]

Slitiny **Ni-Ti** nese obchodní název nitinol, obsah niklu ve slitině 55 %, slitiny s tvarovou pamětí. [7]

2.3.5 Využití slitin titanu v automobilovém průmyslu

Titan se v automobilovém průmyslu využívá u sportovních či finančně náročnějších vozů. Využitím titanových slitin snížíme jednak hmotnost, setrvačnost pohybujících se částí, třecí síly mezi součástmi a tím zvýšíme účinnost motoru. Konkrétní aplikace v automobilu jsou nejčastěji v motorové části viz. **obrázek 11**, z titanových slitin se vyrábí ojnice, rotory

turbodmychadel, ventilové pružiny, ventily. Dále pružiny, šrouby do ráfků kol, těsnící kroužky v brzdovém systému, části výfukového potrubí. [13,14]



Obrázek 11 Příklady titanových aplikací v automobilech a motocyklech

a) ojnice Dukati, b) sací ventil a výfukový ventil; c) γ -TiAl ventily povrchově neupravené a upravené, d) brzdové pístky Mercedes - Benz, e) těsnící kroužky v brzdovém systému Wolsvagen, f) šrouby do ráfků kol. [29]

2.4 Ostatní využívané materiály

Z grafu uvedeného výše (obrázek 3) bylo patrné, že největší zastoupení v automobilovém průmyslu má ocel popřípadě litina. Hlavní využití ocelí je zejména na karosérii vozidla (zde se využívají vysoce-pevnostní oceli, ale i nízko-pevnostní oceli a pokročilé vysoko-pevnostní oceli) a na výrobu plechů (kde se nejvíce uplatňují plechy na bázi zinku). Zinek v kontaktu s ocelí vytváří výbornou ochranu proti korozi. Princip je založen na elektrolytickém pokovování. Dále je ocel zastoupena jako součást motorů. [23]

Měď a její využití v automobilovém průmyslu tkví v použití na elektrickou kabeláž vozu a na aplikace v elektronice vozu, které například jsou: elektrické ovládání oken, ovládání ABS či kontroly trakce, navigační a zvukový systém, řídicí jednotka automobilu a další. Nesporné zastoupení v automobilovém průmyslu nejde i olovo. To v kombinaci s kyselinou sírovou a dvěma olověnými destičkami (jedna katoda, druhá anoda) vytváří základ pro elektrochemický zdroj tedy akumulátorová baterie. Kvůli toxicitě olova se od olověných akumulátorových baterií upouští a nahrazují se novějšími typy, například AGM tyto

autobaterie jsou velmi výkonné, mají výborné nabíjecí charakteristiky, to znamená, že při vybití je mnohem snazší a rychlejší je nabít a také jsou velmi dobře odolné proti cyklické zátěži (nabíjení a vybíjení). [6]

Další velkou skupinou v automobilu tvoří nekovové materiály. Především polymery ty se v nejzákladnějším rozdělení dělí na elastomery (kaučuky) a plasty (ty můžeme rozdělit na termoplasty a reaktoplasty). Přičemž největší procentuální zastoupení v automobilu mají termoplasty 8 %, z termoplastů je nejvyužívanější polypropylén 35 %, polyamid 14 % polyetylen 10 % a další (**obrázek 12**). V závislosti na typu a třídě vozidla se tyto procentuální zastoupení mohou lišit. Ve voze střední třídy se pohybuje hmotnost termoplastů okolo 135 kg. Konkrétní příklady využití jsou velice rozmanité a to jak v exteriéru tak interiéru vozidla. V interiéru například palubní deska, obložení dveří, středový tunel a další. V exteriéru například kryty světlometů, plastové nárazníky, ozdobné kryty kol, součásti motorového prostoru a podvozku a mnohé další. [24]



Obrázek 12 Aplikace modifikovaného polypropylen v exteriéru a interiéru [24]

Guma neboli pryž se vyrábí z přírodního či syntetického kaučuku pomocí vhodného zasíťování či vulkanizace. Nejčastěji gumu může nalézt v podobě pneumatik, ale také například jako gumové těsnění či gumové koberečky. U reaktoplastů lze zmínit polyuretany, které se využívají jako úchytky a opěrky v automobilech či hlavice řadicí páky. [25]

V neposlední řadě lze zmínit materiály jako sklo, keramiku či textil. Sklo v automobilu je nejčastěji zastoupeno v podobě oken, ale také jako světla či žárovky. Keramika se využívá jako žáruvzdorný materiál, (musí odolávat teplotám vyšší než 1000 °C) konkrétní aplikace v automobilovém průmyslu jsou například součástí lambda sondy či těsnící kroužky. Textil lze v automobilu můžeme hledat jako čalounění, potahy sedadel či tkané koberce.

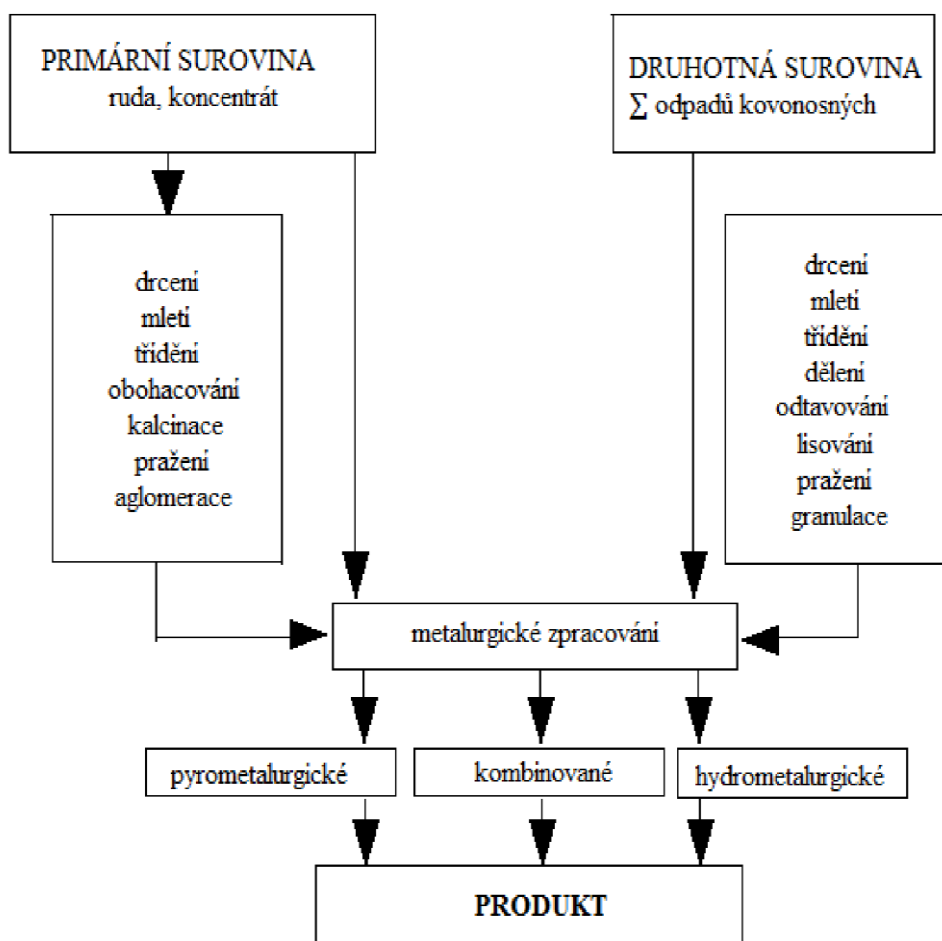
2.5 Zpracování odpadu neželezných kovů

Odpad je podle zákona o odpadech č. 185/2001 Sb. každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit a přísluší do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu.

Nebezpečným odpadem je odpad uvedený v seznamu nebezpečných odpadů a jakýkoliv jiný odpad vykazující jednu nebo více nebezpečných vlastností uvedených v příloze č. 2 Zákona o odpadech. [20]

Vzniklé odpady neželezných kovů představují rozmanité typy a formy odpadů s různorodým zastoupením jednotlivých kovů, proto pro zpracování těchto odpadů je používána velká škála kombinovaných metod a technologií. Výběr vhodné technologie pro úpravu tohoto odpadu je dán jejich kovnatostí, obsahem doprovodných prvků a složením ostatního průvodního materiálu. Je nutné také brát v potaz možnost dalšího využití všech složek odpadu. [20]

Zpracování odpadu neželezných kovů vždy vychází z vhodně zvolené recyklační technologie. Recyklační technologie vychází ze schématu pro zpracování druhotné suroviny s předběžnou mechanickou a tepelnou úpravou poté následuje hydrometalurgické či pyrometalurgické anebo kombinované zpracování (**obrázek 13**). [20]



Obrázek 13 Schéma recyklačních technologií[24]

2.5.1 Recyklační technologie

Recyklaci autovraků lze popsat jako vrácení odpadu zpět do procesu, v němž odpad vznikl. Tento ideální stav není v praxi vždy realizovatelný. Z širšího pohledu lze definovat recyklaci jako využívání výrobních, zpracovatelských a spotřebních odpadů, látek a energií v původní nebo pozměněné podobě, bez ohledu na místo nebo čas vzniku odpadů a jejich využití. [26]

Recyklace odpadu se uskutečňuje podle takzvaných recyklačních technologií, které můžeme rozdělit do několika částí:

- Redukce zdrojů: zahrnuje systémové zvážení dalšího upotřebení, opětovného použití dílu ze zneškodňovaného vozidla, např. pro opravu jiného automobilu, výroba dalších jednoúčelových vozidel, mechanismů, plechy, výlisky, využitelná příměs-drcená guma.

- Recyklace: metody demontáže, šředrování, materiálové hledisko znovu použití.
- Spalování: termické zpracování odpadů, v dnešní době jedna z často používaných metod recyklace. Tato metoda ovšem není podporována, i když zkušenosti ze zahraničí ukazují, že se jedná o prověřenou a ekologickou technologii. Spalují se např. pneumatiky nebo oleje.
- Skládkování: jedná se o trvalé uložení odpadů za předpokladu, že nesmí být ohroženo nebo poškozeno životní prostředí.

Recyklační technologie je v podstatě soubor navzájem na sebe navazujících procesů, postupů a technologických operací, jehož cílem je přeměna odpadu na druhotnou surovinu. Recyklační technologie lze rozdělit na mechanické recyklační technologie a chemické recyklační technologie. [26]

Mechanické recyklační technologie

Vesměř se jedná o rozměrovou úpravu zpracovávaného odpadu a separaci odpadu na jednotlivé složky pomocí technologických procesů, tyto procesy vycházejí z rozdílných fyzikální nebo fyzikálně-chemických vlastností jednotlivých složek zpracovávaného odpadu. Součástí těchto technologií je i třídění (odpad se rozdělí podle velikosti zrna). Mechanické recyklační technologie jsou využívány pro zmenšení objemu odpadního materiálu a oddělení jednotlivých složek. [26,28]

Chemické recyklační procesy

Rozdělit chemické recyklační technologie je dosti obtížné. Rozdělení je značně závislé na složení, druhu, koncentraci, množství, stupni homogenity a dalších faktorech upravovaného odpadu. Tato technologie se využívá k zneškodňování škodlivých látek v námi zpracovaném odpadu, ten se dále zpracovává známými postupy chemické výroby, jednak regeneraci odpadu (obnovení užitečných vlastností tak aby mohly být využívány ke svému původnímu účelu), tak i přímou přeměnou odpadu na druhotnou surovinu. Skupinu chemických recyklačních procesů lze ještě rozdělit na pyrometalurgické hydrometalurgické a zvláštní skupinou těchto chemických recyklačních procesů jsou procesy termické.

- a) Pyrometalurgické procesy
- b) Hydrometalurgické procesy
- c) Termické procesy [26,28]

3 LEGISLATIVA

„Způsob nakládání s autovraky a postup při trvalém vyřazení vozidla z registru silničních vozidel upravuje zákona č.56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a zákon č.185/2001 Sb., o odpadech v platném znění v § 36 – 37e (PDF, 50 kB), vyhláška č. 352/2008 Sb. o podrobnostech nakládání s autovraky a vyhláška č. 383/2001 Sb. o podrobnostech nakládání s odpady v platném znění. Tyto právní normy navazují po vstupu České republiky do Evropské unie na směrnici Evropského parlamentu a Rady 2000/53/ES, o vozidlech s ukončenou životností.“ [43]

3.1 Nakládání s autovraky

Autovraky v České republice byly dlouhou dobu legislativně opomíjeny, znečišťovaly životní prostředí. Jak nakládat s autovraky začal ukládat zákon, který nabyt platnosti 1. 1. 2002. Na samostatný prováděcí právní předpis jsme čekali až do roku 2008. [10]

V současné době vlastníci motorového vozidla, které již není schopné provozu a oprava je ekonomicky náročná, se potýkají s nutností odhlášení motorového vozidla. Při odhlášení motorového vozidla je po nich vyžadováno potvrzení o ekologické likvidaci vozidla. Zákon č. 56/2001 Sb. ve svém znění nepřipouští jakoukoliv možnost nahradit doklad o likvidaci vozidla jiným dokladem. [18]

Jak nakládat s vozidly, která jsou z různých důvodů nevratně vyřazena z provozu, nám říká směrnice Evropské parlamentu a Rady 2000/53/EC. Tato směrnice však pracuje s výrazem „vozidlo s ukončenou životností“. Do českých směrnic byl však zaveden termín „autovrak“. Dnes už nezjistíme, proč tento formálně těžko zdůvodnitelný odklon od terminologie nastavené směrnicí nastal. Zřejmě překladatelem, tento fakt zhoršuje komunikaci mezi ostatními členy EU. Po technické stránce jde o nedokonalé rozlišení technického stavu automobilu. [15]

3.1.1 Směrnice Evropské parlamentu a Rady 2000/53/EC

Vozidla s ukončenou životností vytvářejí každoročně milion tun odpadu, jak tento odpad zpracovávat nám ukládá směrnice Evropské parlamentu a Rady 2000/53/EC ze dne 18. 9. 2000, která byla vydána k harmonizaci odlišných vnitrostátních opatření jednotlivých členských států EU. Česká republika je členem Evropské unie, a tudíž její národní předpisy

musí být v souladu se stanovami Evropského společenství, proto byla tato směrnice implementována do zákona o odpadech (zákon č. 185/2001 Sb.) konkrétně do oblasti nakládání s autovraky. Mezi nejzásadnější body této směrnice patří jak minimalizovat vliv vozidel s ukončenou životností na životní prostředí. Dále k zachování a zlepšení kvality životního prostředí, zajistit lepší opětné použití materiálů, vylepšit úspory energie a v neposlední řadě nám říká, jak by se měla nová vozidla projektovat. Pro občany členských států tato směrnice znamená, že poslední uživatel nebo majitel předá vozidlo s ukončenou životností autorizovanému zpracovatelskému zařízení bez jakýchkoli finančních výdajů. Bez ohledu na to, že má vozidlo nulovou nebo zápornou tržní hodnotu. [16]

3.2 Povinnosti při nakládání s autovraky

Nám udává § 37 zákona o odpadech (185/2001 Sb.), dále upravena vyhláškou 270/2015 o podrobnostech nakládání s odpady z autovraků, vybraných autovraků, o způsobu vedení jejich evidence a evidence odpadů vznikajících v zařízeních ke sběru a zpracování autovraků a o informačním systému sledování toků vybraných autovraků (o podrobnostech nakládání s autovraky), ve znění pozdějších předpisů. [44]

3.2.1 Práva a povinnosti vlastníků vozidel

Každý, kdo se zbavuje autovraku, je povinen autovrak předat pouze osobám, které jsou provozovateli zařízení ke sběru, výkupu, zpracování, využívání nebo odstraňování autovraků. [44]

3.2.2 Práva a povinnosti výrobců a akreditovaných zástupců

Osoby oprávněné ke sběru, výkupu, zpracování, využívání a odstraňování autovraků jsou povinny:

- a) Zavést systém sběru vybraných autovraků a jejich částí s přiměřenou hustotou sběrných míst.
- b) Nejpozději do 1. ledna 2015 budou vybrané autovraky opětovně použity a využity nejméně v míře 95 %.
- c) Ke splnění povinností stanovených pod písmeny a) a b) uzavřít písemnou smlouvu s akreditovanými zástupci a výrobcí vybraných vozidel a kopii této

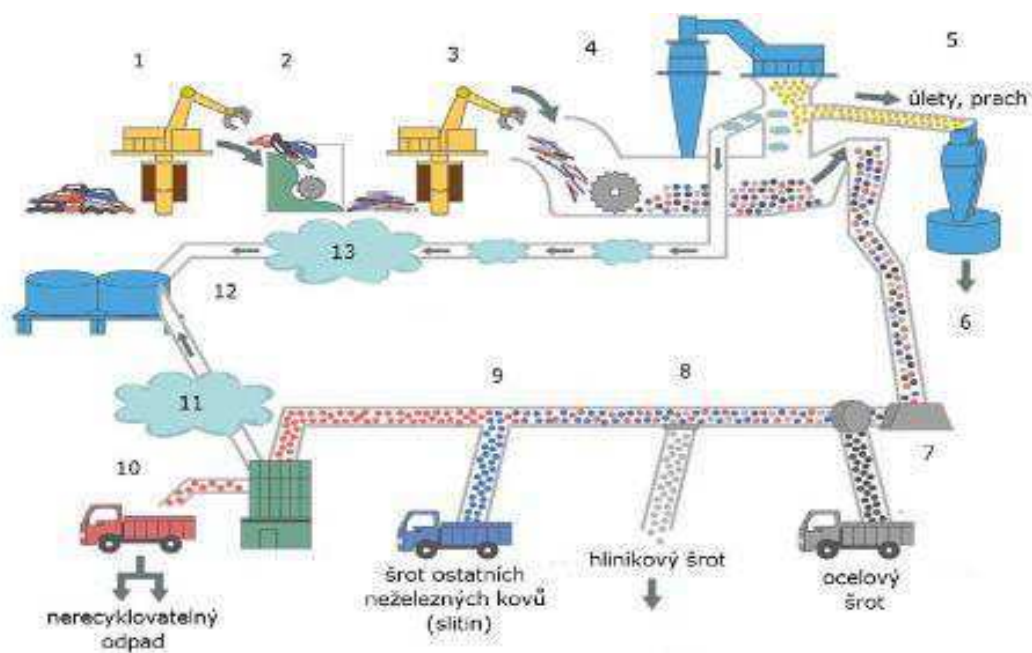
smlouvy zaslat nejpozději do 15 dnů od jejího uzavření ministerstvu (obrázek 14). [44]



Obrázek 14 Recyklační kvóty Evropské Unie. [35]

3.3 Technologie zpracování autovraku

Jednotlivé kroky takzvaného ekologického zpracování autovraků, vychází z podmínek stanovených právními předpisy. Celý tento proces je výrazně standardizován co do technického vybavení, způsobu zpracování technologických procesů, ale i ochranou životního prostředí. V této oblasti se lze ve světě setkat se čtyřmi uplatňovanými způsoby technologického zpracování autovraků. Každý způsob se liší a to dle množství zpracovaných autovraků, vlivu na životní prostředí, technické a ekonomické vyspělosti jednotlivých států. První způsob je šrédrování neboli drcení (známý také jako americký způsob), celý autovrak je rozdrcen a jednotlivé materiály jsou následně separovány. Druhým způsobem může být úplná demontáž (německý způsob), pro tento způsob je charakteristické recyklace maxima materiálů. Třetím způsobem je selektivní demontáž (francouzský způsob), využívá se v případě znovu použití nepoškozených dílů. Poslední ze způsobů je takzvaná repase, v tomto případě se vozidlo zmodernizuje, obnovuje. Tento poslední postup není příliš obvyklý a je nejméně využíván. V České republice jsou technologické linky pro zpracování autovraků koncipovány na výše zmíněné první tři způsoby (obrázek 15). [19]



Obrázek 15 Schéma demontáže autovraku. [35]

3.3.1 Příjemutí vozidla s ukončenou životností do zařízení

Celý proces začíná přijmutím vozidla s ukončenou životností do zařízení ke zpracování autovraků. Při přijímání autovraků se využívá různé mechanizace (hydraulické rameno, vysokozdvizné vozíky). Následuje kontrola obsluhou, jestli souhlasí technický průkaz vozidla s parametry přivezeného autovraku (kontroluje se VIN kód na karosérii a motoru vozidla s číslem uvedených v technickém průkazu). Poté se vozidlo váží, kontroluje úplnost vozidla, sundají se registrační značky a obsluha zařízení vše zaeviduje do informačního systému MA ISOH (systém pro sledování pohybu vybraných autovraků, zpracovatelé a příjemci zde ohlašují své povinnosti dle vyhlášky o podrobnostech nakládání s autovraky). Jestliže vozidlu nechybí podstatné části jako motor, převodovka, autobaterie, katalyzátor, vozidlo se přijme do zařízení bez úplaty a následně je provozovatelem zařízení vystaven protokol o ekologické likvidaci vozidla. V případě, že vozidlu chybí podstatné části, může majitel vyžadovat finanční kompenzaci za ušlý zisk. [19]

3.3.2 Skladování autovraků

Po přijetí do zařízení ke zpracování. Není vozidlo ihned zpracováno, proto provozovatel zařízení musí vytvořit podmínky dle právních předpisů. (konkrétně jsou uvedeny v příloze č. 2 vyhlášky o podrobnostech nakládání s autovraky). [19]

Provozovatelé zařízení kde dochází k přejímání, skladování, soustředování a zpracování vozidel s ukončenou životností, musí být toto zařízení vybaveno vodohospodářsky zabezpečenou plochou. V zařízení se musí dále nacházet látky pro vsakování uniklých provozních kapalin, zařízení pro odstranění případných uniklých kapalin. [19]

Autovraky není přípustné skladovat v poloze na střeše nebo na boku, při manipulaci s autovrakem nesmí dojít k úniku provozních kapalin. Autovraky nesmí být na sebe vrženy, jestliže nejsou skladovány ve stojanech. [19]

3.3.3 Příprava autovraku a odčerpání provozních kapalin

Celý proces demontáže autovraku začíná dopravou k místu, kde bude autovrak rozebrán. Následuje odpojení a vytažení baterie, jestliže byl vůz poháněn stlačeným plynem, je nejprve odstraněna nádoba na stlačené palivo. U vozu poháněného benzínem či naftou se odšroubuje víčko palivové nádrže z důvodu rychlejšího odtékání pohonných hmot. Existuje vícero postupů na odčerpání provozních kapalin. Mezi jeden z postupů patří postup odsávací linkou značky SEDA. Postup je následující navrtá se palivová nádrž nebo se lze napojit na palivové potrubí skrze adapter, který je uložen v palivové nádrži. Linka odsává motorový olej, olej z převodovky, hydraulický olej a olej z tlumičů pomocí navrtávacích souprav s vymezením hloubky vrtání. Odsávání se realizuje pomocí odsávacího zařízení, které je namontováno na rampě. Brzdová kapalina se z potrubí vypouští pomocí odvzdušňovacích šroubů, odčerpání chladicí kapaliny je realizováno pomocí tlakových impulsů, které "spláchnou" veškerou kapalinu do nejnižšího místa systému pro úplné odčerpání. Všechny náplně jsou skladovány v oddělených speciálních nádobách. [19,21]

3.3.4 Zbavení nebezpečných složek

Autovrak je dále demontován zbavuje se potenciálně nebezpečné výbušné součásti například airbagu, následuje odstranění součástí, které obsahují jedovaté látky, k příkladu rtuť. [19]

3.3.5 Ruční demontáž / šředrování autovraků

V bodech výše byly popsány technologie, které jsou totožné pro technologii zpracování jak šředrováním tak ruční demontáží. V následujících bodech si blíže rozeberme obě zmíněné technologie.

Ruční demontáž

V dalším kroku následuje ruční demontáž autovraku. Demontují se, čelní a zadní sklo, skla dveří, skla karoserie, pneumatiky, skla a reflektory světlometů, demontáž krytů nárazníku, izolace motoru, předních a zadních sloupků. Dále následuje demontáž rozebíratelných a odnímatelných dílů stěrače, chladiče, topení, motoru, převodovky, nápravy, tlumičů, elektroinstalace, čalounění, sedaček, palubního přístroje, předního a zadního nárazníků resp. spoileru atd. Dále nerozebíratelné díly nebo díly složené, ale ze stejného materiálu jsou ukládány po vytřídění do jednotlivých kontejnerů. Pneumatiky jsou demontovány z disků a dále následuje rozebírání motorů, převodovek za účelem roztržení materiálů – neželezné kovy, železo atd.

Jde tedy v podstatě o roztržení jednotlivých materiálových skupin a jejich následné recyklace. Tento proces se oproti šředrování (drcení) vyznačuje velice vysokou čistotou koncových vyseparovaných materiálů, protože při zpracování šředrováním ztrácí materiály na své kvalitě a to z důvodu příměsí, které obsahuje vyseparovaná materiálová drť. [19,22]

Mezi nevýhody ruční demontáže patří vyšší cena a to z důvodu vyšší časové náročnosti a vysokém podílu lidské na odstrojení vozu. Nicméně pro splnění Evropské směrnice č. 2000/52/ES na míru recyklace materiálových komponentů a opětovného materiálového využití se dá říci, že tato metoda bude čím dál více využívána. V podmínkách ČR budou existující šředrovací zařízení příp. další drtiče, sloužit k návazné úpravě zbytků autovraků, zlepšení získaného kovového podílu a separaci dalších komodit. [22]

Demontáž jednotlivých komponentů se liší případ od případu, zásadní vliv na demontáž má stáří vozidla a především požadavky demontážního pracoviště na hodnotný díl. To znamená, jestli existuje možnost daný díl z hlediska jeho materiálového složení a materiálové čistoty prodat. Techniky demontáže a základní technologie tohoto zpracování bývá na většině pracovišť takřka totožná. Rozdíly můžu nastat zapříčiněním odlišného vybavení pracovišť, orientace pracoviště na určitou značku vozidla, kapacitou zařízení a dále pak o zacílení na určité cílové materiálové skupiny či díly a samozřejmě i o vnější vlivy vstupujících do tohoto procesu, jako je vývoj trhu s druhotnými surovinami. [22]

Šředrování (drcení)

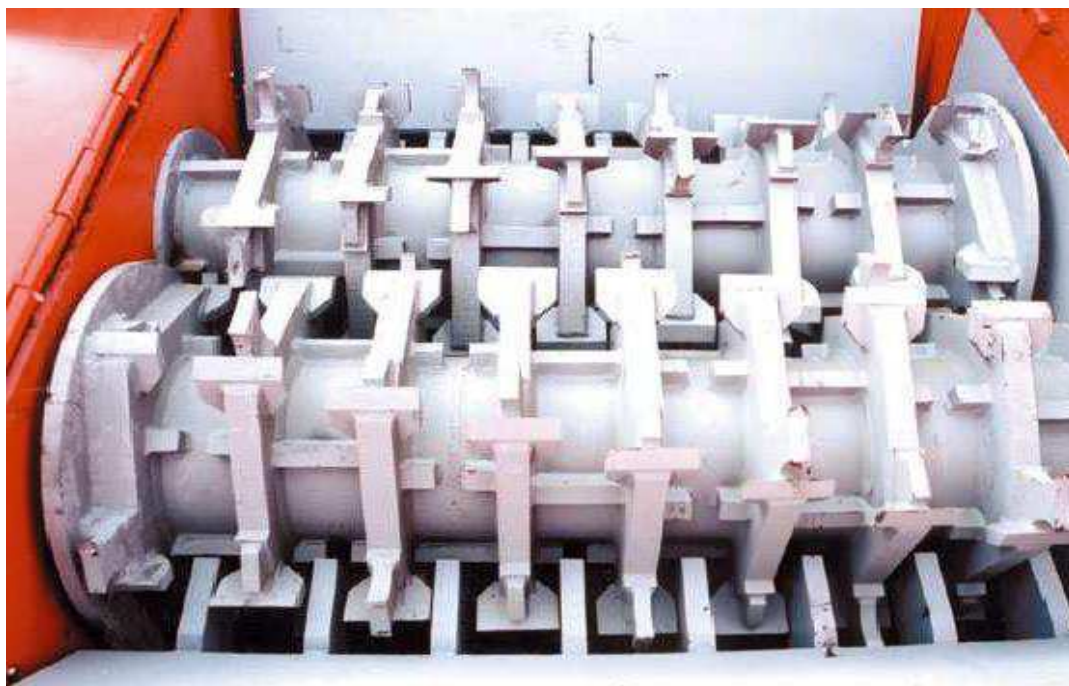
Další z technologií pro zpracování autovraků, která je využívána v Evropské unii je šředrování neboli drcení (autovrak se rozemele na kousky, které jsou dále separovány), **tabulka 6.** [22]

Tabulka 6 Základní rozdělení šředrů dle výkonu a velikosti následovně [22]

Velikost šředru	Oblast použití	Výkon motoru	Produkce t/rok
Mini šředry	jednotlivé díly	Do 250 KW	Do 10000 t/rok
Střední šředry	Automobily bez motoru a poháněcího ústrojí	250 - 750 KW	10000 – 40000 t/rok
Velké šředry	Kompletní autovraky	750 – 2200 KW	40000 – 12500 t/rok
Velmi velké šředry	Větší materiály	Nad 2200 KW	Nad 600000 t/rok

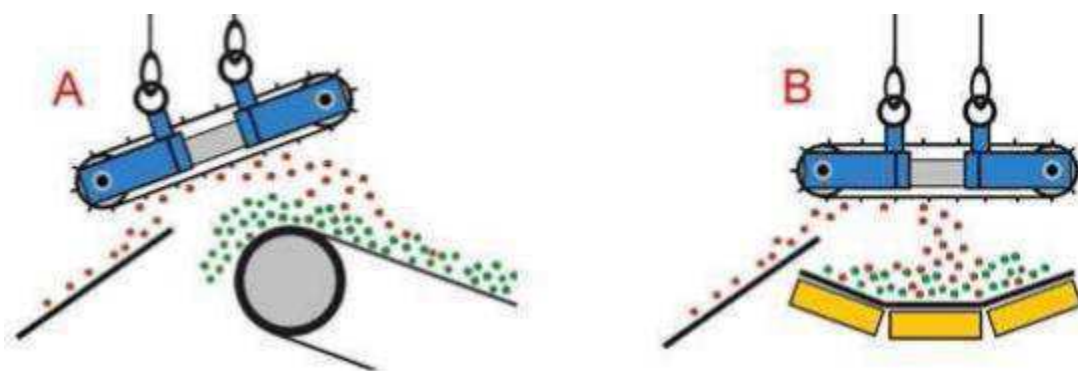
Podmínkou pro započetí šředrování je odstranění autobaterie, proražená palivová nádrž a odčerpání zbytků pohonných hmot a olejů. Jestliže při drcení nelze oddělit části a součásti využívané k opětovnému využití. Musím tyto součásti odstranit přednostně. Mezi tyto součásti patří katalyzátory, velké části plastů, nárazníky, přístrojová deska, sklo, pneumatiky, kovové části obsahující měď, hliník, hořčík. [19,22]

Vše začíná dopravením autovraku, který je pokládán na deskový dopravník. K dopravě se využívá mostových či stacionárních jeřábů. Materiál je pomocí dopravníku přiveden do hydraulických podávacích válců, dochází k částečné deformaci a zhutnění, dále materiál putuje do rotačního kladivového drtiče. Drtič zhutněný materiál odsekává pomocí volně rotujících kladívek na **obrázku 16.**



Obrázek 16 Kladívka drtiče Hammel [10]

Podrcený materiál vypadává pře menší díry na vibrační žlab. Drcením se materiál zbavuje nečistot. Vzniklé prachové částice jsou odsávány přímo v samotném drtiči za pomoci ventilátoru. Posléze materiál padá do cyklonu, ten pracuje na principu odstředivé síly a dochází zde k oddělení hrubší lehké nečistoty a prachových částic. Na padající materiál působí protiproud vzduchu a lehké nekovové části jsou odsávány do odlučovače. Podrcený materiál zbavený nečistot je dále dopravníkem přiveden k magnetickému separátoru (**obrázek 17**). Materiál se zde rozděluje a to na magnetický (železné kovy) a nemagnetický (neželezné kovy a těžké nečistoty). [19]



Obrázek 17 Princip magnetické separace [19]

Podrcený železný materiál putuje dále dopravníkem do třídírny, ve které pracovníci třídírny ručně oddělí viditelné neželezné kovy.

Následuje vážení a vedení materiálu k rotačnímu třídícímu bubnu ten má za úkol další třídění železného materiálu. To se děje pomocí ok, které se nachází uvnitř bubnu, velikosti ok jsou dvě 40 a 80 mm. Materiál je připraven k expedici. Nemagnetická složka, která prošla separátorem, je dopravníkem vede také do rotačního třídícího bubnu. Rozdíl nastává v konstrukci bubnu, který v tomto případě má tři velikosti ok. Nejmenší to jsou částice do 15 mm dřevo, umělé hmoty, sklo. Střední to jsou částice o velikostech 15-50 mm neželezné kovy. A největší částice o velikostech přesahujících 50 mm to jsou neželezné kovy, plasty. Poté následuje další zpracování této nemagnetické složky. [19]

Procento takto zpracovaných autovraků činní zhruba 71 % železných kovů, 2,7 % neželezných kovů a 26 % je podíl ostatních materiálů. [19]

3.4 Celkové zhodnocení a perspektiva

Předpokládáme, že vývoj vozového parku v ČR bude záviset, kromě výkonnosti ekonomiky, se kterou je trh s automobily úzce propojen, na opatřeních pro podporu odpisů starších vozidel z registru a na omezení dovozu starších automobilů ze zahraničí. Budeme-li předpokládat pokračující nárůst přepravních výkonů osobní dopravy je struktura vozového parku osobních a nákladních automobilů zásadní pro další vývoj vlivu dopravy na životní prostředí. Můžeme předpokládat zvýšení podílu na některé alternativní pohony v silniční dopravě, zejména LPG a CNG. Možnosti dalších alternativních pohonů jsou ale objektivně vážně limitovány. [14]

Recyklačně významné jak množstvím tak ekonomicky jsou získané kovy. Ty v průměru u „českých autovraků“ tvoří okolo 65 až 68 % jejich hmotnosti. Neželezné kovy, hlavně hliník, hořčík, měď a jejich slitiny tvoří dalších 3,5 až 5,5 %. Očekávaný růst počtu zpracovaných autovraků potvrzuje skutečnost, že při postupně klesajících zdrojích pro recyklaci železných kovů tvoří právě autovraky jednu z mála položek vykazujících perspektivní nárůst. A při relativně stabilizované spotřebě okolo 3 mil. tun/rok recyklovaných kovových materiálů v metalurgických podnicích na území ČR, představuje přibližný objem kovových materiálů z autovraků v objemu 200 až 250 tis tun/rok významnou bilanční položku. Problémem je nižší kvalita materiálu, se kterou se musí metalurgická výroba vyrovnávat. Některé vlivy recyklace kovů na kvalitu finální výroby z recyklátů nejsou ještě zcela přesně definovány a jsou předmětem výzkumu.

Určení, jakým technologickým postupem má být získaný materiál zpracován, by mělo vycházet z bilance spotřeby zdrojů. Ekonomické nákladové kalkulace nemohou být objektivní, neboť současné ekonomické prostředí není dosud přizpůsobeno potřebám vzniku recyklovaných surovin. Jejich postupné zavádění vyžaduje modifikaci ekonomického prostředí tak, aby „průmysl výrobků“ a „průmysl odpadů“ se navzájem podporovaly a doplňovaly.

Ekonomická efektivnost se v ČR odvíjí od ceny a prodejnosti materiálů získaných při recyklaci automobilu. Zhruba 75 % recyklačně využitelných materiálů z těchto vozidel představuje kovový podíl, který je v současné době ekonomicky málo zajímavý. Během jednoho roku propadla cena kovových odpadů o více než 45 %. Recyklace tedy závisí na cenách šrotu. V posledních letech jsou výkyvy v jeho cenách zásadním ukazatelem celkové efektivnosti recyklace.

Ekonomický přínos by mohl zpracovatelům plynout z obchodu s použitelnými součástkami z vyřazovaných vozidel, ten však má v podmínkách ČR výrazně menší možnosti. Důvodem je vedle legislativy zastaralost vyřazovaných vozidel s vysokým opotřebením jejich částí, z nichž plynou vysoká rizika při opětovném použití. Zlepšení této situace lze očekávat až při likvidaci nižších věkových ročníků vozidel (okolo 10 let stáří) a především rozvoji specializovaných obchodních systémů po vzoru Německa a dalších států. [35]

Ekologické energetické využití se nabízí v zařízeních na výrobu energie, ve spalovnách odpadů a pyrolýzních jednotkách. Většina postupů je z environmentálního hlediska horší než proces spalování vyřazených pneumatik v cementářských pecích, kde nahrazují klasické palivo a tím představují úsporu energetických zdrojů. Nahrazování pevných paliv jinými zdroji, jako jsou pneumatiky, v cementářském průmyslu pozitivně ovlivňuje množství některých emisí, hlavně CO₂, jehož množství je při spalování pneumatik nižší než při spalování pevných paliv. Vyřazené pneumatiky patří mezi odpad s velkou výhřevností. Výhřevnost je možno ještě zvýšit hrubým nadrcením vyřazených pneumatik a odstraněním většiny ocelových součástí. Výhřevnost celé pneumatiky je 27 GJ/t, drcené pneumatiky zbavené většiny ocelových součástí je 32 GJ/t. Můžeme použít celé pneumatiky, nebo mechanicky upravené. Použití jednotlivých typů frakcí pneumatik závisí na technologii spalovacího procesu. Procesy, které slouží k energetickému využití pneumatik, odpovídají platné legislativě v oblasti ochrany ovzduší, která stanovuje povolená množství produkovaných emisí pro jednotlivá zařízení. [25]

4 PRAKTICKÁ ČÁST

V praktické části své bakalářské práce se budu zabývat materiálovou bilancí a následně zobrazovací metodou pístu, který patřil vozu Škoda Octavia druhé generace s motorizací 2.0 TDI.

4.1 Materiálová bilance

Materiálovou bilanci jsem provedl v laboratoři Katedry neželezných kovů, rafinace a recyklace. Pro materiálovou bilanci jsem si vybral píst osobního automobilu. Jedná se o kovový materiál, slitiny hliníku, křemíku, niklu, mědi a hořčíkem. Slitina o tomto složení se využívá pro výrobu pístů osobních automobilů a dle ČSN je označována 42 4336 s chemickým složením slitiny AlSi12NiCuMg uvedené v **tabulce 7**.

Tabulka 7 chemické složení slitiny AlSi12NiCuMg (hm %) [46]

	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Ni
minimálně	doplnění	11,00		0,80		0,80			0,80
maximálně	do100%	13,00	0,60	1,50	0,30	1,30	0,15	0,20	1,30

Píst (zobrazený na **obrázku 18**) jsem nejprve odmastil a zbavil nečistot, poté zvážil a pak mechanicky rozdělil na rozbrušovací pile na tři části. Výsledné vzorky jsem pak připravil pro zobrazení na mikroskopu.



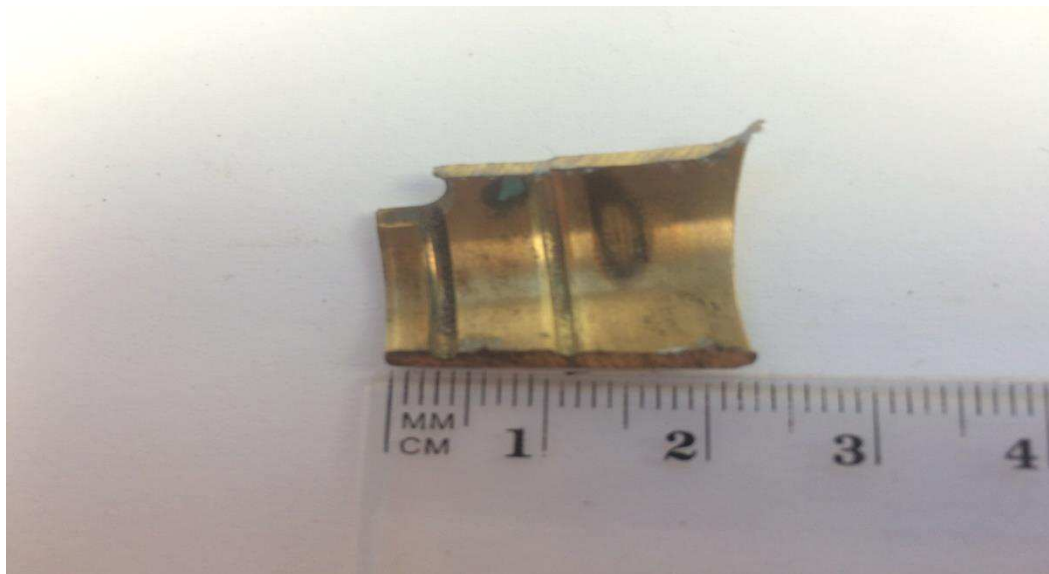
Obrázek 18 Píst motoru Škody Octavia [zdroj vlastní]

Vzorek 1 je zobrazen na **obrázku 19** hmotnost vzorku: 11,20 g.



Obrázek 19 Vzorek 1 [zdroj vlastní]

Vzorek 2 (pouzdro ložiska mosaz) je zobrazen na **obrázku 20** hmotnost vzorku: 5,93 g.



Obrázek 20 vzorek 2 [zdroj vlastní]

Vzorek 3 je zobrazen na **obrázku 21** hmotnost vzorku: 5,74g

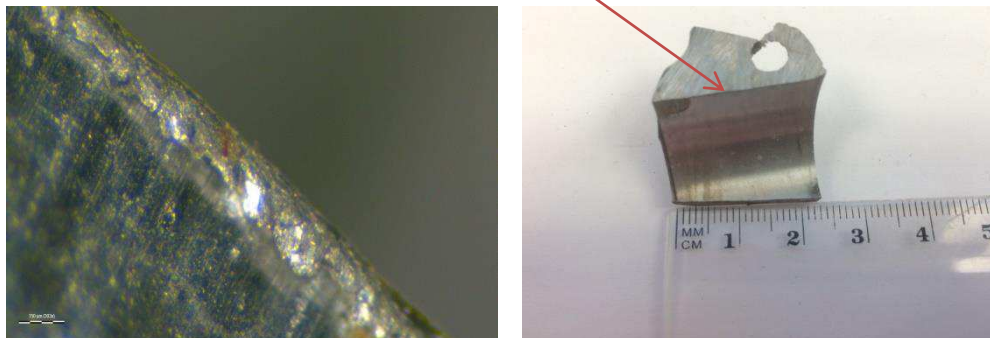


Obrázek 21 vzorek 3 [zdroj vlastní]

4.2 Zobrazovací metoda

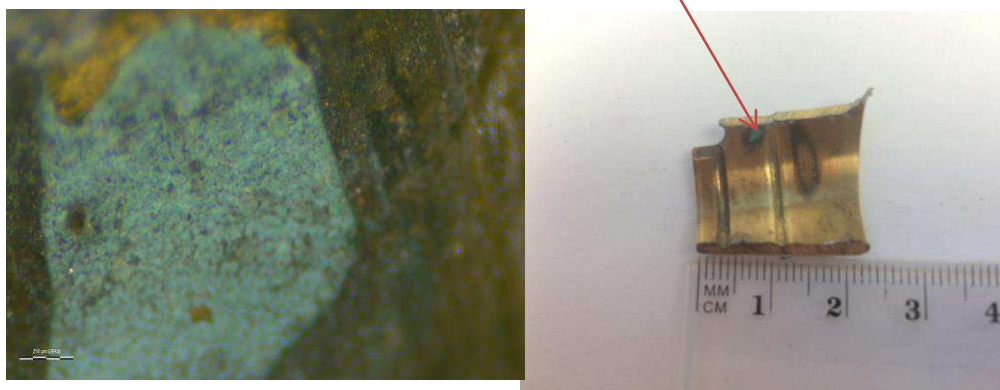
Pro zobrazení pomocí mikroskopu, jsem vybral tři výše uvedené vzorky pístu. Jednotlivé součásti jsem podrobil analýze v laboratoři Katedry neželezných kovů, rafinace a recyklace na mikroskopu Microptik LabRobot Top – Eye P4/P5.

Vzorek 1 na **obrázku 22**, na kterém je zobrazena zvětšená hrana 400x.



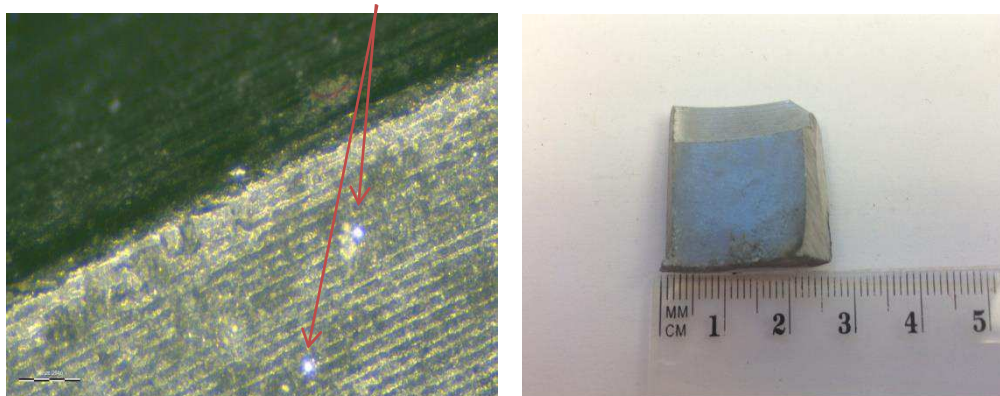
Obrázek 22 detail hrany [zdroj vlastní]

Vzorek 2 na **obrázku 22**, který je zvětšený 260x a detail vady.



Obrázek 23 detail vady [zdroj vlastní]

Vzorek 3 na **obrázku 24** zvětšený 260x a zobrazení vad.



Obrázek 24 detaily vad [zdroj vlastní]

ZÁVĚR

Současná situace v oblasti recyklace vozidel s ukončenou životností je složitá. Jde o kombinaci mnoha faktorů i zasahujících institucí. Počty osobních automobilů neustále narůstají, a tím roste i produkce odpadů. Metody zpracování jsou v této oblasti široké, technologie postupují kupředu, proto lze konstatovat, že většinu materiálů, ze kterých jsou automobily vyráběny, lze recyklovat v dnešní době poměrně snadno. Velmi významné je druhotné využívání surovin. Úspora elektrické energie i surovinových zdrojů díky recyklaci, jsou klíčové pro ochranu životního prostředí. Recyklace autovraků nemá zatím v legislativě pevnou oporu, stávající předpisy jsou v některých odkazech nejednotné. Nevyjasněno zůstává, kdo tento fungující systém bude financovat. Měla by to být spolupráce vlády, výrobců automobilového průmyslu a jednotlivých zpracovatelů autovraků.

Ekologické zpracování autovraků je činnost, která není ekonomicky příliš výhodná. Recyklace vozidla s ukončenou životností je poměrně nákladná a ceny získaných dílů, recyklovaných kovů a plastů nejsou vysoké. Nejeefektivnější se zdá být demontáž autovraku z pohledu čistoty získaných materiálových frakcí. Musíme však přihlédnout k vyšším nákladům na zpracování a pracovní sílu. Do budoucna by měl být největší důraz kladen na návrh automobilu, aby bylo docíleno vyššího potenciálu při opětovném použití materiálu, tím by větší odpovědnost připadala na výrobce. Při zpracování je také problematický interval roků výroby jednotlivých zpracovávaných autovraků, neboť autovrak s rokem výroby 1990 má jiné složení než vozidlo s ukončenou životností z roku 2000. Pokus o obnovu vozového parku proběhl ve vybraných zemích Evropy, jako dotační akce u nás známá jako „šrotovné“, které sice přispělo velkou mírou k růstu poptávky po nových automobilech, snížení emisí, ale na druhé straně bylo velkou zátěží státních rozpočtů, ekologické odstranění vozidel s ukončenou životností je činnost ztrátová.

V této práci byly rozebrány odpady z automobilového průmyslu, vysoký důraz byl přikládán především neželezným kovům. Jak vyplývá z poznatků práce, automobilový průmysl se každým dnem inovuje a vyvíjí směrem kupředu ze všech možných úhlů pohledů. Proto v současnosti značně vzrostla průmyslová výroba, tento fakt má za důsledek větší množství produkovaného odpadu, který se negativně podepisuje na kvalitě životního prostředí. Z hlediska ekonomického i technologického bychom v budoucnu měli přikládat větší pozornost racionálnějšímu hospodaření s materiály. Vlivem recyklace lze snížit spotřebu energie a zároveň snižovat vliv na životní prostředí.

Jak již bylo v práci rozebíráno, vliv jednotlivých neželezných materiálů každým rokem roste, největší význam mají slitiny hliníku a hořčíku. Zmiňované titanové slitiny jsou v dnešní době stále velmi drahé, možné zavedení titanových slitin do masivní sériové výroby, by ale mohlo přinést příznivý posun k nižším cenám. Změnami u vývoje osobních automobilů neprošly jen materiály, ale i vzhled osobního automobilu i k tomuto aspektu jsme se museli naučit novým technologiím a věnovat se výzkumu nových materiálů.

Dále z bakalářské práce vyplývá, že slitiny neželezných kovů jsou v dnešní době dobře recyklovatelné a to díky novým technologickým postům a novým možnostem, které recyklace přináší. Tyto možnosti nám umožňují opětovně využívat recyklovaných slitiny neželezných kovů jako druhotné suroviny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Deník.cz. *Deník.cz* [online]. Praha: deník.cz, 2014 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.denik.cz/infografika/recyklace-automobilu-20140429.html>
- [2] Lehké konstrukce karoserií osobních automobilů. *PRŮMYSLOVÉ SPEKTRUM*. [online]. Praha: Průmyslové spektrum, 2016 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/lehke-konstrukce-karoserii-osobnich-automobilu.html>
- [3] Svět se prohýbá pod tíhou 1 miliardy aut. *Hybrid.cz* [online]. Praha: Hybrid.cz, 2011 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/1-miliarda-tolik-dnes-jezdi-po-svete-aut>
- [4] SLAVÍČEK, Jiří. Hliník a jeho slitiny v automobilovém průmyslu. Brno, 2011. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně.
- [5] LOVÁSZ, David. Vývoj a současné trendy v používání vybraných neželezných kovů v automobilech. Ostrava, 2014. Bakalářská práce. Vysoká škola báňská – Technická universita.
- [6] LOSERTOVÁ, Monika. Slitiny neželezných kovů v automobilovém průmyslu. Ostrava, 2010. Syllaby přednášek VŠB- TUO.
- [7] MACHEK, Václav a Jaromír SODOMKA. *[Nauka o materiálu. 3. část]*, Speciální kovové materiály. V Praze: České vysoké učení technické, 2008. ISBN 978-80-01-04212-0.
- [8] Wikipedie [online]. Spojené státy americké: Wikipedie, 2001 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Hlavn%C3%AD_strana
- [9] Lehké konstrukce automobilu využití hořčíku. *PRŮMYSLOVÉ SPEKTRUM*. [online]. Praha: Průmyslové spektrum, 2016 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/lehke-konstrukce-automobilu-vyuziti-horciku.html>
- [10] KUZNÍK, Pavel. Technika a technologie zpracování autovraků. Brno, 2011. Bakalářská práce. Mendlova universita v Brně.
- [11] TĚŽKÝ ŽIVOT MOTOROVÝCH PÍSTŮ. *Autodíly Mjauto*. [online]. Praha: autodíly Mjauto, 2016 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.mjauto.cz/tezky-zivot-motorovych-pistu>
-
- Tyleček, Jan. Druhy odpadů neželezných kovů a jejich slitin v automobilovém průmyslu, možnosti jejich zpracování. Bakalářská práce. VŠB-Technická univerzita Ostrava. 2018

- [12] Audi jedou v hliníku. *Novinky.cz* [online]. Praha: Novinky.cz, 2003 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/auto/14713-audi-jedou-v-hliniku.html>
- [13] *Status of Titanium and Titanium alloys in Auto Application* [online]. Germany, 2007 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: http://c.ymcdn.com/sites/www.titanium.org/resource/resmgr/2005_2009_papers/WagnerPrelim_2007.pdf. Clausthal University of Technology.
- [14] Titanium alloys. *Lixingtitanium* [online]. Germany: lixingtitanium, 2015 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://cz.lixingtitanium.com/info/titanium-alloy-used-in-the-man-2217842.html>
- [15] Autovraky a terminologie. *Odpady* [online]. Praha: odpady-online.cz, 2010 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://odpady-online.cz/autovraky-a-terminologie/>
- [16] Vozidla s ukončenou životností. *EUR - Lex* [online]. Praha: EUR - Lex, 2015 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=uriserv%3A121225>
- [17] Druhy vozidel a některé zápisy v technickém průkazu. *Daňáři online* [online]. Praha: Daňáři online, 2006 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: [http://www.danarionline.cz/archiv/dokument/doc-d551v527-druhy-vozidel-a-nektere-zapisy-v-technickem-prukazu/?search_query=\\$issue=1121](http://www.danarionline.cz/archiv/dokument/doc-d551v527-druhy-vozidel-a-nektere-zapisy-v-technickem-prukazu/?search_query=$issue=1121)
- [18] JUCHELKOVÁ, Dagmar. *Odpady, vedlejší produkty a nakládání s nimi*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2005. ISBN 80-248-0753-X.
- [19] JUNGA, Petr. *Technika pro zpracování odpadu* [online]. Brno, 2015 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/files/210/17169.pdf. Mendlova univerzita v Brně.
- [20] KRIŠTOFOVÁ, Dana. *Recyklace neželezných kovů*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2003. ISBN 80-248-0485-9.
- [21] Ekologická likvidace vozidel. *CZ - Eko* [online]. Praha: CZ- Eko, 2014 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.cz-eko.cz/ekologicka-likvidace-pracoviste.php>
- [22] Technologie zpracování autovraků. *Enwi - web* [online]. Praha: enwi - web, 2010 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/doprava/80740/technologie-zpracovani-autovraku>
-
- Tyleček, Jan. Druhy odpadů neželezných kovů a jejich slitin v automobilovém průmyslu, možnosti jejich zpracování. Bakalářská práce. VŠB-Technická univerzita Ostrava. 2018

- [23] UHLÍŘ, Jakub. Využití mikrolegovaných ocelí v automobilovém průmyslu. Ostrava, 2015. Bakalářská práce. Vysoká škola báňská – Technická universita.
- [24] Plasty a CAD/CAM/CNC. *CAD.cz* [online]. Praha: CAD.cz, 2015 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <https://www.cad.cz/strojirenstvi/38-strojirenstvi/1477-plasty-a-cadcam.html>
- [25] BĚHÁLEK, Luboš. *Polymery* [online]. 2014, , 23 [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/180/21.html>
- [26] BOTULA, Jiří. Recyklace odpadů kovových a kovonosných 1 vyd. Ostrava: VŠB – TUO 2004. 87 s. ISBN 80-248-0495-6
- [27] BROŽOVÁ, S., MALCHARCZIKOVÁ, J., VÁŇOVÁ, P., JONŠTA, P., PUSTĚJOVSKÁ, P., BURKOVÍČ, R., BASELOVÁ, L., ŠTĚPÁNEK, J., DOSTÁL, V. Elektroodpad – analýza a možnosti využití. Monografie. VŠB-TU Ostrava, FMMI, Ostrava: Gep Arts s.r.o., 2008, 99 s. ISBN 978-80-248-1867-2.
- [28] BROŽOVÁ, S., KONSTANCIÁK, A., VÁŇOVÁ, P., JURSOVÁ, S. PUSTĚJOVSKÁ, P., INGALDI, M., KARDAS, E. Možnosti recyklace vybraných materiálů /Możliwość recyklingu wybranych materiałów. Monografie. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2014, 100 s. ISBN 978-80-7204-880-9.
- [29] Advanced Manufacturing Office Update. *Energy.gov* [online]. Washington: energy.gov, 2015 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <https://energy.gov/eere/amo/articles/advanced-manufacturing-office-update-july-2015>
- [30] BLAŽEK, Pavel. Metody likvidace autovraků způsobem šetrným k životnímu prostředí. Brno, 2009. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně.
- [31] VOJTĚCH, Dalibor. Kovové materiály. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2006, 185 s. ISBN 80-708-0600-1.
- [32] Eurovrak Holubice. *Eurovrak Holubice* [online]. Praha: Eurovrak Holubice, 2004 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.eurovrak.cz/>
- [33] Odtazeni autovraku se vyplatí. *Praha.eu* [online]. Praha: Praha.eu, 2011 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: http://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/zivot_v_praze/sluzby/odtazeni_autovraku_se_vyplati.html

[34] Počty vyřazených automobilů vzrostly díky jejich vývozu. *Motofokus.cz* [online]. Praha: Motofokus.cz, 2015 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://motofokus.cz/trh-s-ojetymi-vozy/6089,pocty-vyrazenych-automobilu-vzrostly-diky-jejich-vyvozu-struktura-dovozu-ojetych-osobnich-automobilu-se-dale-zhorsila>

[35] LOSERTO VÁ, Monika. Výroba a vlastnosti neželezných kovů: Studijní opory pro předmět [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství, 2013 [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/2843748-Vyroba-a-vlastnosti-nezelezných-kovu.html>

[36] End-of-life vehicle statistics. *Eurostat* [online]. Brusel: Eurostat, 2017 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/End-of-life_vehicle_statistics

[37] GROSS, Světlana. End-of-life vehicles management in Europe: Driving the change. Lund, 2008. Bachelor thesis. Master of Science in Environmental Management and Policy, Sweden.

[38] HROUDA, Vladimír. Hliník a jeho slitiny v automobilovém průmyslu. Brno, 2011. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně.

[39] Základné rozdiely medzi hliníkovými a ocelovými diskami I. *Pneupex* [online]. Praha: Pneupex, 2016 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.disky-pneupex.sk/zakladne-rozdiely-medzi-hlinikovymi-a-ocelovymi-diskami-i-elektrony>

[40] *Titan a slitiny titanu* [online]. Praha, 2016 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: https://www.techportal.cz/searchcontent.phtml?getFile=2AXR_TUAMiBFGAgUc6BzY5pKR4a_RmSdJyeRJhvvhWt6GT3USXlrOHEn2FFltCydRcL-BUJHPfUkniCBTlj6JA

[41] Neželezné kovy a jejich slitiny. *SidePlayer* [online]. Praha: SidePlayer, 2016 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/11442746/>

[42] Method of minimizing the size of primary silicon in Al-Si alloy. *Patent* [online]. London: Patent, 2016 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <https://www.google.ch/patents/US6554053>

[43] Autovraky. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2017 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz/cz/autovraky>

Tyleček, Jan. Druhy odpadů neželezných kovů a jejich slitin v automobilovém průmyslu, možnosti jejich zpracování. Bakalářská práce. VŠB-Technická univerzita Ostrava. 2018

[44] Autovraky. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2017 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/autovraky/\\$FILE/ozo-dil_7_%C2%A7_36_37_20081204.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/autovraky/$FILE/ozo-dil_7_%C2%A7_36_37_20081204.pdf)

[45] TÁBORSKÝ, T.; JUNGSMANN, J.; GEMRICH, J. Energetické a materiálové využívání použitých pneumatik. *Odpadové fórum: odborný měsíčník o odpadech a druhotných surovinách*. České ekologické manažerské centrum, 2006, č. 2, 12 - 13. ISSN 1212-7779.

[46] BENDA, Aleš. Píst čtyřdobého zážehového motoru o výkonu 100 kW [online]. Brno, 2009 [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=17775. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. David Svída.

Seznam použitých obrázků

Obrázek 1 Autovrakoviště Autoland [33].....	3
Obrázek 2 Počet vyřazených osobních automobilů [34]	3
Obrázek 3 Materiálové složení osobního automobilu [24].....	7
Obrázek 4 Popis automobilu [6]	8
Obrázek 5 Graf nárůstu hliníkových slitin v automobilech [6]	8
Obrázek 6 Diagram rozdělení slitin hliníku [41]	10
Obrázek 7 Binární diagram slitin Al-Si [42]	11
Obrázek 8 Píst [11]	13
Obrázek 9 Rám automobilu Audi A8 z hliníkové slitiny [12].....	13
Obrázek 10 Lité kolo [39].....	17
Obrázek 11 Příklady titanových aplikací v automobilech a motocyklech.....	20
Obrázek 12 Aplikace modifikovaného polypropylen v exteriéru a interiéru [24].....	21
Obrázek 13 Schéma recyklačních technologií[24]	23
Obrázek 14 Recyklační kvóty Evropské Unie. [35]	27
Obrázek 15 Schéma demontáže autovraku. [35]	28
Obrázek 16 Kladívka drtiče Hammel [10].....	32
Obrázek 17 Princip magnetické separace [19]	32
Obrázek 18 Píst motoru Škody Octavia [zdroj vlastní]	36
Obrázek 19 Vzorek 1 [zdroj vlastní]	36
Obrázek 20 vzorek 2 [zdroj vlastní]	37
Obrázek 21 vzorek 3 [zdroj vlastní]	37
Obrázek 22 detail hrany [zdroj vlastní]	38
Obrázek 23 detail vady [zdroj vlastní].....	38
Obrázek 24 detaily vad [zdroj vlastní].....	38

Seznam použitých tabulek

Tabulka 1 Počet vyřazených vozidel v Evropě. [36]	5
Tabulka 2 Plnění recyklačních kvót požadující Evropská Unie. [36]	6
Tabulka 3 Vlastnosti hliníku [31]	9
Tabulka 4 Vlastnosti čistého hořčíku [39]	15
Tabulka 5 Vlastností titanu (závisí na čistotě Ti) [6,40]	18
Tabulka 6 Základní rozdělení šrédru dle výkonu a velikosti následovně [22]	31
Tabulka 7 chemické složení slitiny AlSi12NiCuMg (hm %) [46]	35